

GOVERNMENT OF INDIA
ARCHAEOLOGICAL SURVEY OF INDIA

CENTRAL
ARCHAEOLOGICAL
LIBRARY

ACCESSION NO. 20239

CALL No. 666/Foy

D.G.A. 79

7240

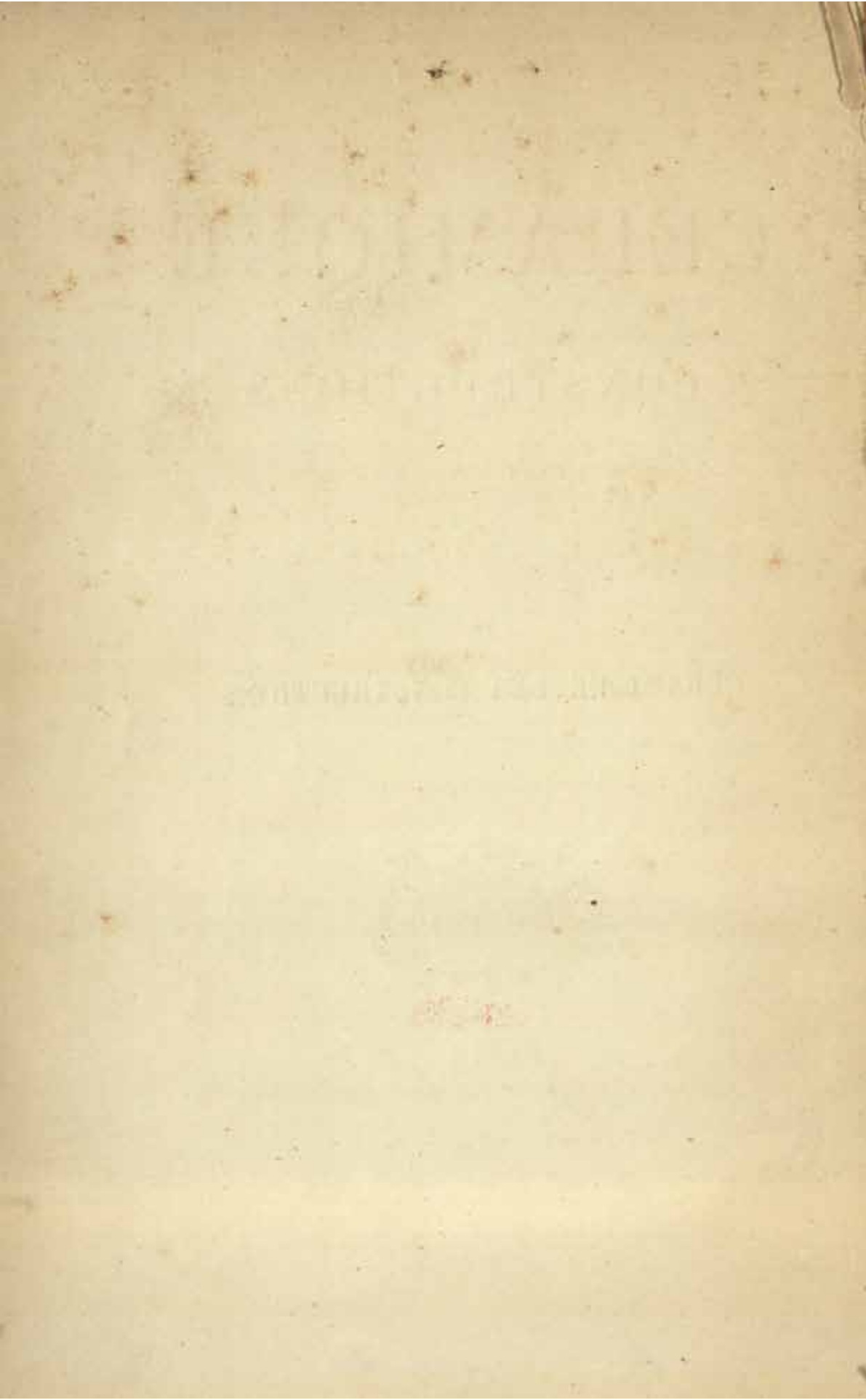
LA

~~B 240~~
40

CÉRAMIQUE DES CONSTRUCTIONS



(8)



13240
40

LA
CÉRAMIQUE
DES
CONSTRUCTIONS

BRIQUES — TUILES — CARREAUX — POTERIES
CARRELAGES CÉRAMIQUES

FAIENCES DÉCORATIVES

PAR

JULIEN FOY

CHEF DE SECTION AUX CHEMINS DE FER DE L'OUEST

(Extrait des *Annales industrielles*)



20239

PARIS

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ARCHITECTURE

ET DES TRAVAUX PUBLICS

51, rue des Écoles, 51

1883

Tous droits réservés.

B 240

CENTRAL ARCHAEOLOGICAL
LIBRARY, NEW DELHI.

Acc. No. 20239.....

Date 25. 3. 55.....

Call No. 666/Foy.....

INTRODUCTION

Parmi les industries dont les progrès ont été le plus remarquables à l'Exposition universelle de Paris, en 1878, il est juste de citer l'industrie céramique. Autant et même plus que les autres, en effet, elle avait mis à profit les onze années qui séparent les deux expositions de 1867 et de 1878. Elle avait rejeté résolument les vieilles méthodes, elle avait rajeuni son outillage, inventé des machines, imaginé des produits nouveaux, plus légers, plus élégants, ou plus commodes. Elle avait même, en fait de fabrication, risqué quelques oseries, ce qui est toujours, pour une industrie, la marque d'une grande confiance en elle-même.

Les galeries du génie civil montraient aux visiteurs les progrès du métier proprement dit, les malaxeurs, les galetières, toutes les machines enfin ; puis les fours continus à la houille ou au gaz, et toute la série des produits, tels qu'ils sortent des fours, après la cuisson. Certes, les spécialistes et les fabricants ont trouvé là de bons modèles à imiter, des notes précieuses à prendre et à con-

sulter. Mais ce qui fait le succès d'une industrie, c'est moins souvent l'appréciation raisonnée des hommes du métier que l'entraînement et le goût du grand public.

Or, en 1878, les produits céramiques de toutes sortes n'étaient pas restés confinés dans les galeries du génie civil. Les industriels, aidés par l'intelligente complicité des architectes, avaient fait concourir leurs terres cuites et leurs faïences à la décoration des mille édifices qui émaillaient si pittoresquement le Champ-de-Mars. Les architectes, en artistes consommés, s'étaient ingéniés à faire coquet et gracieux : c'était bien là la note vraie, en effet, dont il fallait marquer ces charmants édifices d'un jour. Ils avaient jeté partout je ne sais quelle variété de bon goût, depuis le kiosque polychrome de l'Union céramique de France, jusqu'à l'élégant pavillon de la Ville de Paris. C'était gai et chaud comme une chanson de printemps. N'était-ce pas, en effet, comme le printemps d'un art nouveau qui renaissait après un long sommeil de trois siècles ? Aussi le public, étonné et ravi de ces nouveaux effets décoratifs, salua-t-il d'une sympathique admiration le réveil de cet art charmant de la Grèce antique et de la Renaissance.

Ce haut goût du public et des architectes pour les œuvres de la céramique n'a fait que grandir encore depuis l'année 1878. Espérons qu'il aura plus de durée que toutes ces modes éphémères qu'on adopte un jour, et qu'on rejette le lendemain, pour en suivre une autre. Il y aurait peut être, de la part des fabricants, à prendre une habitude qui contribuerait certainement à implanter parmi nous le goût de la céramique : ce serait de se mettre en rapport plus fréquent avec les architectes, et d'aller eux-mêmes au-devant de leurs conseils. Ils arriveraient ainsi, plus sûrement, à imprimer aux mille productions qui sont encore à créer, cette double harmonie de la couleur et de la forme, qui est une fête pour les yeux, et la meilleure garantie du succès.

Des hommes plus compétents que nous ont décrit déjà l'influence heureuse que la céramique est appelée à produire sur l'architecture polychrome. Notre tâche, à nous, est plus modeste : nous l'avons limitée à la partie technique de cette industrie : nous nous sommes proposé, non pas d'écrire un traité complet sur la matière, mais seulement de fixer l'état actuel des procédés, des machines et des fours, adoptés dans les grandes fabriques, et qui servent à transformer l'argile en terre cuite ou en faïence.

La commission, chargée d'étudier cette intéressante partie de notre Exposition de 1878, n'ayant pas encore publié son rapport après quatre années écoulées, nous avons dû faire nous même une enquête spéciale sur tous les progrès réalisés depuis quinze ans.

Les documents, du reste, ne nous ont pas fait défaut : car aux nombreuses notes que nous avons recueillies nous même en 1878, sont venus s'ajouter tous les documents techniques que bon nombre de céramistes ont bien voulu nous adresser avec un empressement dont nous leur exprimons ici notre sincère reconnaissance.

Nous tenons tout particulièrement à témoigner notre gratitude à l'*Union céramique et chauxfournière de France*, dont le comité de direction, présidé par l'un de nos céramistes les plus expérimentés, M. Gastellier, a bien voulu nous communiquer l'intéressante collection de ses bulletins mensuels, collection précieuse et qui ne se trouve pas en librairie.

Mais il n'est guère d'industrie sans théorie. Celle de la céramique est toute moderne : elle est née, pour ainsi dire, avec ce siècle. Le savant Brongniart en a posé les premiers principes. Ebelmen, après lui, puis MM. Salvétat, E. Muller, en France;

MM. Hoffmann et Michaëlis, en Allemagne; MM. Doulton et Minton en Angleterre, ont poussé plus loin cette théorie, sans épuiser cependant toutes les questions que vient incessamment poser la pratique de tous les jours. C'est surtout dans les travaux de ces savants chercheurs que nous avons puisé la majeure partie de nos explications théoriques; il convient de citer aussi les études si complètes du physicien Péclet sur la chaleur, et aussi les découvertes incessantes des chimistes et des savants actuels.

En un mot, nous n'avons rien négligé pour mettre ces notes au courant des perfectionnements les plus récents de l'industrie céramique, heureux si les documents que nous avons réunis peuvent rendre service à quelques fabricants.

J. Foy.

Paris, août 1883.

Am. 148

PREMIÈRE PARTIE

LA

CÉRAMIQUE DES CONSTRUCTIONS

On donne le nom de *céramique* (du grec *κεραμος*, terre cuite), à l'art de fabriquer des objets quelconques en terre, en faïence, en porcelaine, etc., et de les décorer par la plastique ou par la peinture.

Ainsi définie d'une manière générale, la céramique comprend une quantité innombrable de produits de composition variable et d'usages différents. Tous ces produits ont reçu le nom général de *poteries*, et ont été partagés par l'illustre Brongniart en sept classes principales, qui sont :

- 1° Les terres cuites;
- 2° Les poteries communes;
- 3° Les faïences communes;
- 4° Les faïences fines;
- 5° Les grès cérames;
- 6° La porcelaine dure ou de Chine;
- 7° La porcelaine tendre ou européenne.

Cette classification a le double mérite d'être fort simple et de répondre aux appellations en usage; aussi a-t-elle prévalu sur d'autres plus savantes et plus logiques, mais qui, basées sur la composition

des diverses pâtes, avaient le tort de créer un trop grand nombre de catégories.

La céramique des constructions, la seule qui nous occupera dans cette étude, comprend les terres cuites (briques, tuiles, carreaux, etc.) et les faïences décoratives. Par les premières, elle appartient à la première classe; elle dépend de la troisième par les faïences.

Nous commencerons par les terres cuites, mais il est indispensable, avant d'aborder cette étude, d'exposer en quelques lignes le caractère et les propriétés de l'*argile*, cette substance si abondante dans la nature, si variée dans sa composition, dans sa couleur, dans ses usages industriels, et dont les artistes ont tiré tant d'œuvres charmantes; elle est d'ailleurs la base de toutes les poteries qui composent les sept classes de Brongniart, et, à ce titre seul, l'étude préalable de cette matière s'impose d'elle-même.

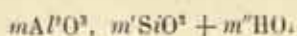
CHAPITRE PREMIER

DES ARGILES

Argile pure. — L'argile amenée à l'état de pureté, c'est-à-dire débarrassée des corps étrangers qui sont mélangés avec elle, est un silicate d'alumine hydraté, dont la composition est fort variable, car elle peut renfermer des proportions de silice, d'alumine et d'eau, indiquées dans le tableau suivant :

Silice	46 à 67 parties %.
Alumine	18 à 39 —
Eau	6 à 19 —

Il suit de là que l'on ne peut représenter la composition de l'argile pure que par une formule générale telle que la suivante :



D'ailleurs on ignore encore si l'argile pure est un seul silicate, ou un mélange de plusieurs silicates d'alumine en proportions définies.

Quoi qu'il en soit, l'argile pure est fine, blanche, compacte, homogène, douce au toucher, infusible, c'est-à-dire *réfractaire* aux plus grands feux de nos fourneaux. Elle est *plastique*, c'est-à-dire qu'elle forme avec l'eau une pâte liante, facile à pétrir et à façonner, mais qui, en se desséchant, se contracte et se fendille. — Elle est, du reste, insoluble dans l'eau, et ne fait que s'y délayer.

La chaleur produit sur l'argile pure des effets qui varient avec la température. Chauffée à 100 degrés centigrades seulement, elle conserve toute sa plasticité et une partie de son eau de combinaison; à 200 ou 300 degrés, elle ne perd pas encore toute son eau, mais elle perd sans retour toute sa plasticité. Chauffée jusqu'au rouge (600 à 700 degrés centigrades) elle devient dure, prend une grande cohésion, qui la rend cassante et sonore, et elle subit un retrait d'autant plus considérable qu'elle a été portée à une température plus élevée. Ce retrait s'élève même parfois jusqu'à réduire d'un cinquième toutes ses dimensions. Quant à la dureté qu'elle prend à la cuisson, elle peut aller jusqu'à produire des étincelles au choc de l'acier qui, dès lors, ne peut plus l'entamer.

L'argile pure ainsi cuite forme un *biscuit* poreux, qui est fort avide d'eau; appliqué sur la langue, il s'empare de la salive qui l'humecte; on dit alors qu'il *happe* la langue.

Nous avons dit plus haut que l'argile est infusible et plastique; c'est l'alumine, substance qu'on ne peut fondre qu'au chalumeau à gaz oxygène et hydrogène, qui communique à l'argile ces deux propriétés; aussi les argiles les plus riches en alumine sont-elles en même temps les plus plastiques et les plus réfractaires.

Comment s'est formée l'argile pure? Elle provient de la désagrégation et de la décomposition du feldspath dans certaines roches granitiques, et surtout dans la *pegmatite*. On sait que le granite est essentiellement composé de feldspath orthose, de quartz et de mica, et que la pegmatite est un granite à gros éléments dans lequel le mica n'existe plus qu'accidentellement, dans lequel même le quartz devient quelquefois assez rare. Or il arrive fréquemment que, sous l'action du temps et de l'eau, certaines masses de feldspath orthose, surtout celles qui appartiennent à la pegmatite, subissent une décomposition partielle qu'il est facile de comprendre.

Le feldspath orthose est un silicate double d'alumine et de potasse

(KO , Al_2O_3 , 6SiO_2) : il perd, en se décomposant, tout son silicate de potasse, dont la potasse devient un carbonate soluble et disparaît dans le sol, et dont la silice reste isolée. — Il ne reste plus alors de l'orthose que le silicate d'alumine sous la forme d'une matière terreuse, blanche, appelée *kaolin*.

Ce kaolin naturel, formé ainsi par la décomposition d'une partie des roches granitiques qui composent la première assise de la croûte terrestre, a produit des masses considérables et incessamment renouvelées, que les eaux courantes ont transportées durant toutes les époques géologiques; seulement, dans ces transports séculaires, il s'est incorporé d'autres substances étrangères qui en ont altéré plus ou moins la pureté première. De là les argiles impures, si abondantes dans tous les terrains géologiques, et dont nous allons parler maintenant.

Argiles communes. — Les argiles communes, telles qu'on les trouve dans les divers terrains géologiques, où elles forment des dépôts stratifiés, contiennent, à l'état de mélange et dans des proportions fort variables, un certain nombre de substances autres que la silice, l'alumine et l'eau. — Ces corps étrangers, suivant leur nature et leurs proportions, modifient plus ou moins les propriétés et la couleur des argiles pures. Nous entrerons dans quelques détails à ce sujet.

Ces substances étrangères forment deux groupes.

1° Le groupe de celles qui, lorsque l'argile est délayée dans l'eau, se déposent au fond du vase et peuvent en être séparées par décantation : ce sont le *quartz* et le *feldspath* en grains, le *mica* en petites lamelles, la *pyrite* ou bisulfure de fer (FeS_2) en grains ou en petits cristaux verdâtres.

2° Le groupe de celles qui, de même que l'argile, restent en suspension dans l'eau et ne peuvent pas en être séparées par décantation : ce sont le *carbonate de chaux*, le *sesquioxyde de fer* (Fe_2O_3), le *protoxyde de fer*, les *sels de fer*, puis la *potasse* (KO), la *soude* (NaO), la *magnésie* (MgO), le *bitume*, le *charbon*, etc.

Étudions les effets de ces matières étrangères sur l'argile.

Le *quartz* et le *silex*, en poudre, le *sable fin*, le *feldspath orthose*, le *carbonate de chaux* ou *craie*, la *marne calcaire*, le *sulfate de baryte*, les *débris pulvérisés* de poteries cuites, ont pour effet de s'opposer au retrait que prend l'argile durant la cuisson : de là leur emploi dans la céramique, et leur nom de *substances dégraissantes*.

Le *carbonate de chaux* mêlé aux argiles leur transmet la propriété

de faire effervescence avec les acides et leur communique une demi-fusibilité.

Toute argile mêlée de calcaire constitue une *marne*. — La *marne argileuse* est celle qui ne contient pas plus de 10 à 12 % de calcaire; au delà de cette proportion, on a la *marne calcaire*.

La *marne argileuse* reste plastique, se façonne bien, devient très dure à la cuisson et s'emploie ordinairement pour la fabrication des poteries communes.

La *marne calcaire* a peu de cohésion; elle se dépose volontiers en ses deux éléments, argile et carbonate de chaux, sous les influences atmosphériques. Cette marne, employée seule, n'est pas plastique, elle ne sert guère que comme matière dégraissante de l'argile.

Presque toutes les argiles contiennent des oxydes de fer et surtout du sesquioxyde de fer Fe^2O^3 . — Ce dernier, quand il est anhydre, constitue l'*oligiste* ou *hématite rouge* ou *sanguine*, et colore l'argile en rouge; quand il est hydraté, il s'appelle *hématite brune* ou *limonite*, et colore l'argile en brun ou en jaune. On trouve même des argiles tellement fines et riches en sesquioxyde de fer qu'on les emploie comme matières colorantes sous les noms d'*ocre rouge* ou *sanguine*, d'*ocre jaune*, d'*ocre brune*; parmi les ocres, nous citerons : les ocres rouges d'Ormuz dites *rouge indien*; de Bucoros en Portugal, des Cafres; les ocres jaunes de Sienne, dites *terre de Sienne*, de Combal en Savoie, d'un beau jaune orangé; de Pourrain, près d'Auxerre; de Vierzon (Cher); de Bitry et de Saint-Amand (Nièvre); l'ocre brune ou *terre d'Ombre* tirée de l'Ombrie dans les anciens États romains.

Le protoxyde de fer FeO , quand il est mélangé à l'argile, est souvent à l'état de carbonate ou de silicate de fer hydraté, et, dans ce cas, il la colore en vert. Quant à la pyrite ou bisulfure de fer (FeS^2), elle s'altère souvent au contact de l'air et se transforme en sulfate de fer qui apporte aussi une coloration verte à l'argile.

Les oxydes de fer, de même que le carbonate de chaux, ne diminuent la plasticité de l'argile que s'ils y entrent dans une notable proportion.

Les argiles ferrugineuses, soumises à la cuisson, deviennent plus facilement fusibles; les oxydes de fer partagent ainsi avec le carbonate de chaux la propriété de communiquer aux argiles une demi-fusibilité.

Les oxydes de manganèse se trouvent souvent dans l'argile, mêlés avec les oxydes de fer, mais en quantité fort minime. Ils colorent en brun l'argile crue, ainsi que l'argile cuite; ils semblent communiquer

aux poteries sur lesquelles on applique des vernis manganésifères la propriété d'aller au feu.

Les oxydes alcalins, la potasse ou la soude, entrent toujours dans la composition des argiles, mais à une dose très faible, 2 ou 3 % au plus; dans ces proportions, ils n'altèrent en rien la couleur ou la plasticité de l'argile. Mais au feu des fourneaux, ils rendent l'argile fusible presque à l'égal du verre; c'est qu'en effet il se forme, dans ce cas, des silicates d'alumine et de potasse ou de soude qui sont de véritables verres, incolores, et très fusibles. Il va de soi que les carbonates de potasse ou de soude produisent exactement les mêmes effets que la potasse ou la soude.

La magnésie est toujours en quantité fort minime, et elle n'influe en rien sur la propriété plastique de l'argile; mais à la cuisson, elle contribue à la rendre demi-fusible, de même que les oxydes de fer et le carbonate de chaux.

Certaines argiles, surtout celles qui appartiennent au terrain houiller et aux terrains voisins, contiennent des matières organiques en décomposition qui exhalent une odeur bitumineuse, et qui les colorent en noir ou du moins en gris ou en brun. Elles ne diminuent la plasticité de l'argile que si leur proportion devient assez forte. Chauffées dans un four, à une température relativement peu élevée, elles restent ou peuvent devenir noires, grâce aux particules non encore brûlées de charbon; mais si la chaleur devient plus forte, le charbon se convertit, par places, en oxyde de carbone qui se dégage, de sorte qu'on obtient un produit bariolé de noir et de rouge ou de blanc: de noir, dans les parties où le charbon ne s'est pas brûlé, de rouge ou de blanc dans les autres parties, selon que l'argile est ou non ferrugineuse.

Dans ces terrains mêmes, on trouve des argiles tellement chargées de particules de houille et d'anthracite que les poteries noires qui en sont fabriquées sont très réfractaires par suite de l'infusibilité du carbone: de là les creusets dits de plombagine formés d'un mélange d'argile et de plombagine. De là encore ces poteries et ces briques réfractaires que l'on fabrique artificiellement en mélangeant le coke en poudre avec l'argile.

Argile figuline. — L'argile figuline, appelée aussi *terre glaise* des sculpteurs, forme avec l'eau une pâte assez peu liante, mais elle jouit d'une grande fusibilité qu'elle doit à la chaux et à l'oxyde de fer qu'elle contient. On en fabrique des terres cuites ou des poteries

grossières. On la trouve dans la région sud de Paris, à Vaugirard, Vanves, etc.

Argile smectique. — L'argile smectique, ou *terre à foulon*, est fine, homogène, onctueuse, mais beaucoup moins pure et par conséquent moins plastique que les argiles ordinaires; elle ne fond qu'à une température élevée. En revanche, sa grande affinité pour les matières grasses, jointe à son onctuosité, la rendent très propre à dégraisser les étoffes de laine.

Gisements des argiles. — Les argiles forment de nombreuses assises dans la série des terrains géologiques; les plus rares sont les argiles plastiques et réfractaires; les argiles calcarifères et les marnes sont beaucoup plus fréquentes; les argiles rouges, c'est-à-dire ferrugineuses, sont loin d'être rares.

Le terrain du trias possède des marnes irisées qui montrent leurs affleurements en Alsace, dans les départements de Saône-et-Loire, du Cher et de l'Allier; leurs couleurs variées sont le rouge, le vert, le jaune, le bleuâtre. Celles où domine le rouge contiennent jusqu'à 5,75 % des deux oxydes de fer et 10,60 de chaux. Celles qui sont grises sont moitié moins riches en oxydes de fer, mais elles contiennent jusqu'à 19,40 % de chaux. — Dans la Souabe, la partie supérieure de cet étage forme un grès plus ou moins mélangé d'argile.

Le terrain jurassique, si développé en France, est très riche en argiles et en marnes qui se développent en Normandie, en Bourgogne, en Franche-Comté, dans les massifs du Jura, des Cévennes, des Pyrénées, etc.

Le terrain crétacé possède beaucoup d'argiles, surtout dans ses assises inférieures: telles sont les *argiles ostréennes* ou *figulines*, de couleur claire, très répandues dans l'Aube et en Provence; les *argiles bigarrées*, de l'Aube et de la Provence, colorées en rouge, en jaune, en vert, et dont les plus pures, faiblement colorées, sont exploitées comme terre réfractaire; les *argiles à plicatules* de l'étage aptien de la Provence, les *argiles tégulines* grises de l'étage albien, très développées dans l'Aube.

Le terrain tertiaire contient à la partie inférieure, au-dessus de la craie, un dépôt d'*argile plastique*, très développé surtout dans la région sud de Paris, et dont on fait des poteries et des faïences. Notons encore la longue série des *marnes du gypse*, blanchâtres, grisâtres ou vertes, suivant les niveaux, très développées dans la for-

mation gypseuse de Paris, puis les *argiles et les marnes rouges* de la Provence, les *marnes du gypse* de la même province.

Nous réunissons dans le tableau suivant la composition de quelques argiles marneuses ou marnes faite surtout au point de vue des substances étrangères qui sont mélangées aux argiles,

TABLEAU 1. — COMPOSITION DE QUELQUES ARGILES COMMUNES, POUR CENT PARTIES.

DÉSIGNATION ET USAGE DES ARGILES.	SILICE.	ALUMINE.	OXIDES de fer.	CHAUX.	MAGNÈSE.	PERTE.
Argile d'Arcueil, noirâtre, plastique. <i>Poteries de Paris</i>	62,14	22,00	3,09	1,68	traces	11,09
Argile de Vaugirard, noirâtre, plastique, <i>poterie commune</i>	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23	15,66
Argile de Montereau, gris clair, plastique, <i>terres anglaises</i>	64,40	24,60	traces	»	»	11,00
Argile marneuse de Saint-Henry (Marseille), <i>tuiles, poteries</i>	38,00	24,00	4,50	11,00	0,80	21,70
Argile téguline de Grandpré, <i>tuiles, poteries</i>	58,50	13,50	8,33	5,19	1,35	13,13
Argile ou lehm de Nordlingen, rougeâtre, sableuse, <i>briques</i>	66,07	12,90	5,27	2,60	1,61	11,55
Argile ou lehm de Nordlingen, brun foncé, <i>briques</i>	66,50	14,43	4,01	1,47	1,80	10,89
Argile réfractaire de Provins, plastique, blanchâtre	57,00	37,00	4,00	1,70	»	0,30
Argile réfractaire d'Abondant, près Droux, blanche, plastique, <i>creusets</i>	50,00	35,20	0,40	»	»	13,80
Argile réfractaire d'Hayange (Moselle), jaunâtre, sableuse, <i>briques</i>	66,10	19,80	6,30	»	»	7,80
Argile réfractaire de Salavas (Ardèche), plastique, rosâtre, <i>creusets</i>	58,76	25,10	2,50	traces	2,51	11,13
Argile réfractaire d'Andennes (Belgique), plastique, blanche, <i>creusets</i>	52,00	27,00	2,00	»	»	10,00
Argile réfractaire d'Antragues (Belgique), plastique, grise, brique, <i>cornues à gaz</i>	71,00	19,00	»	»	»	10,00
Argile réfractaire de Gross-Almerode, plastique, grise, <i>creusets de Hesse</i>	47,50	34,31	1,24	0,50	1,00	15,39

Kaolin. — Nous avons exposé que le *kaolin*, produit par la décomposition du feldspath, a formé à son tour toutes les argiles impures en se chargeant de corps étrangers durant ses transports successifs par les eaux courantes.

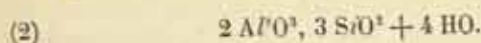
Il est facile de saisir le kaolin au moment de la décomposition du feldspath : analysé à ce moment, il donne la composition suivante :

Silice.	39,50	} 100,00
Alumine.	44,80	
Eau	15,70	

MM. Pelouze et Frémy avaient traduit ces résultats par la formule suivante, à l'époque où l'on attribuait au silicium l'équivalent 21, et par suite à la silice la formule (SiO^2) :



Mais M. Marignac ayant démontré que l'équivalent réel du silicium est 14 et que la formule de la silice devient SiO^2 , la formule (1) ci-dessus du kaolin pur se modifie et devient la suivante :



Les formules (1) et (2), traduites en chiffres au moyen des équivalents, fournissent identiquement les mêmes résultats qui, ramenés à 100 parties, donnent la composition suivante :

Silice.	39,12	} 100,00
Alumine.	45,22	
Eau.	15,66	

Ces chiffres, comparés à ceux qui donnent ci-dessus la composition du kaolin pur, font ressortir l'exactitude de ces deux formules.

Dans cet état de pureté, le kaolin est onctueux, très blanc, doux au toucher et plastique : c'est ce qu'on appelle le *kaolin argileux*; soumis à la cuisson, il est presque infusible à cause de la proportion considérable d'alumine qu'il contient : il éprouve de plus un retrait considérable.

Mais, dans la nature, le kaolin ne présente que rarement ce grand état de pureté; ainsi lorsqu'il résulte de la décomposition de la pegmatite, il retient souvent une partie des autres produits de cette décomposition, c'est-à-dire du quartz, du feldspath et quelquefois du mica.

Lorsque le quartz et le feldspath sont en grains fins, on a le *kaolin sablonneux*, qui, délayé dans l'eau, laisse déposer tous ces grains. Mais tel qu'il est, le kaolin sablonneux, soumis à la cuisson, fond à une température modérée, n'éprouve pas de retrait, et donne un biscuit translucide, car la chaleur transforme le kaolin, le quartz et le feld-

path en un silicate double d'alumine et de potasse, c'est-à-dire en un véritable verre transparent. De plus, le quartz et le felspath, ainsi que nous l'avons déjà dit, sont deux substances dégraissantes qui s'opposent au retrait du kaolin.

Si le quartz et le felspath mêlés au kaolin forment des grains assez volumineux, on a un kaolin qui s'égrène à la main, qui a perdu sa plasticité, et qu'on appelle *kaolin caillouteux*. N'étant pas plastique, il ne peut servir à fabriquer la porcelaine, mais il forme une excellente matière dégraissante.

Lorsque le kaolin contient du mica, il est coloré par l'oxyde de fer du mica, et ne peut produire de porcelaine translucide et blanche.

Il est facile de conclure de ce qui précède que le kaolin pur, dont nous avons donné la formule ne peut être employé tel quel pour fabriquer la porcelaine, car il est presque infusible, et subit trop de retrait : il est dès lors indispensable de lui adjoindre une matière étrangère qui lui serve à la fois de fondant et de dégraissant, c'est-à-dire du felspath seul ou additionné de quartz; or le mélange de ces trois substances est précisément ce qu'on appelle le kaolin sablonneux qui se trouve dans la nature et qui constitue la vraie terre à porcelaine. On trouvera, dans le tableau suivant, la composition des meilleures terres à porcelaine.

TABLEAU 2. — COMPOSITION DE QUELQUES KAOLINS
A PORCELAINE

SUBSTANCES composantes.	KAOLIN de Chine.	KAOLIN de Saint-Yrieix (Haute-Vienne)	KAOLIN de l'Allier.	KAOLIN de Bretagne.
Silice	51,90	47,71	49,40	48,48
Alumine	34,63	36,78	36,29	36,36
Potasse et soude.	1,95	2,58	1,61	2,12
Eau	11,52	13,03	12,70	13,14

CHAPITRE DEUXIÈME

FABRICATION DES TERRES CUITES

BRIQUES, TUILES, CARREAUX, POTERIES

1. — APERÇU HISTORIQUE

Briques. — La brique cuite a suivi de près la brique crue, et même on l'a couverte d'un émail dès les temps les plus reculés. Les ruines de Babylone et de Ninive nous ont conservé, en effet, des briques émaillées qui ont jusqu'à 0^m,35 de côté. M. Bachelard, qui a étudié les briques de Babylone, dit que leur pâte est une argile grossière d'un ton jaunâtre tournant au rose : elles sont enduites d'un silicate d'alumine alcalin (potasse ou soude), mais sans étain ni plomb; l'argile n'est pas recouverte partout; réservée dans quelques points, elle ajoute, par sa couleur carnée, à la variété des dessins où dominant le bleu turquin des Égyptiens, un ton gris bleuté, plus foncé que la teinte céleste, et un blanc plus ou moins pur, rehaussé de quelques points jaunâtres dus sans doute à une ocre ferrugineuse. Des ornements en couleurs vitrifiées représentent des rosaces, des palmettes, des ovales, des dessins symétriques.

Ces caractères et ces ornements se retrouvent non seulement dans les briques de Babylone, mais encore dans les fragments céramiques recueillis en Phénicie, en Assyrie, en Arménie et jusque dans l'ancienne Perse. On peut voir, par ces faits irrécusables, à quel point d'avancement était arrivé, dans ces contrées, l'art des couleurs vitrifiées. Ces couleurs étaient le bleu, le vert, le blanc, le rouge, dans les briques vernissées recueillies à Babylone et à Ecbatane (ancienne Médie).

Le palais de Crésus à Sardes, celui de Mausole à Halicarnasse, celui d'Attale à Tralles, qui remontent aux VI^e, IV^e et III^e siècles avant notre ère, étaient construits en petites briques très rouges, mais non émaillées.

Les Grecs connurent de bonne heure la brique; les murs de Mantinée, ceux d'Athènes, quelques temples aussi dont on a retrouvé les ruines, étaient construits en briques.

Les Romains n'en firent guère usage avant le règne d'Auguste, car Vitruve, qui vivait à cette époque, en parle fort peu; on croit même aujourd'hui que le Panthéon d'Agrippa, élevé sous Auguste, fut le premier monument de Rome où l'on employa des briques; mais, à partir de cette époque, les Romains en firent un usage de plus en plus fréquent, notamment dans les constructions innombrables qu'ils élevèrent dans toutes les provinces de leur immense empire. Généralement, durant tout le bas-empire, les maçonneries qu'ils construisirent étaient des blocages, avec parements de petits moellons taillés, alternés souvent avec des lits de briques posées à plat : souvent aussi, les parements ne se composaient que de briques triangulaires.

Les briques romaines carrées avaient, les unes 0^m,60 de côté sur 0^m,06 d'épaisseur : d'autres 0^m,45 \times 0^m,05; enfin les plus petites 0^m,20 \times 0^m,04 : une brique triangulaire était la moitié d'une brique carrée coupée suivant une diagonale.

On voit par là que les briques romaines offraient à la fois une surface plus grande et une épaisseur plus petite que les briques modernes. Elles présentaient ainsi l'avantage de se cuire plus vite, plus fort et plus uniformément, mais elles avaient l'inconvénient de se briser plus facilement dans les massifs de maçonnerie; aussi les constructeurs romains paraient-ils à ce défaut en intercalant, entre les lits, des joints très épais de mortier, de 0^m,02 ou 0^m,03 au moins.

Beaucoup de briques romaines portaient le nom et la marque du briquetier, quelquefois aussi la date du consulat.

Les constructions gallo-romaines et mérovingiennes conservèrent cette méthode romaine de construire. Mais, au ix^e siècle, la brique n'est plus guère employée, ou alors elle l'est seule, et non plus mêlée à d'autres matériaux, à l'exception toutefois du midi de la France, où la brique est réservée pour les arcs, les voûtes, les corniches, les piles, les angles, etc., ainsi qu'on peut le voir à l'église Saint-Sernin de Toulouse, édifiée au xii^e siècle. Du reste, cette partie du Languedoc étant à peu près dépourvue de pierre, les architectes de ces contrées n'hésitèrent pas à employer la brique durant les xiii^e, xiv^e et xv^e siècles, pour élever leurs édifices, tels que l'ancien couvent des Jacobins à Toulouse, la remarquable église fortifiée de Simorre (Gers), les murailles et des maisons de Toulouse, le pont de Montauban, la cathédrale d'Albi, les églises de Moissac, de Lombez, etc.

Cette brique du Languedoc, très douce, et qu'on taillait facilement, avait d'assez grandes dimensions : 0^m,33 \times 0^m,25 \times 0^m,06, et les assises de mortier avaient souvent de 0^m,04 à 0^m,05 d'épaisseur; cette

grande épaisseur était nécessaire, sans quoi la brique poreuse eût promptement absorbé l'eau des mortiers de chaux grasse; car on sait que ces derniers ont besoin, pour conserver leur force, de conserver à l'état permanent une certaine quantité d'eau : aussi ces briquetages avec lits épais de mortier ont-ils conservé une force extraordinaire.

La brique a été encore employée, au moyen âge, pour carrelages intérieurs, et alors elle était émaillée sur incrustations de terres de diverses couleurs.

Dans le nord de la France, où les pans de bois étaient fort usités, on utilisait la brique comme remplissage entre les poteaux et décharges, et on la posait de manière à former des dessins variés; quelquefois même, on l'émaillait.

Durant la Renaissance, les constructions de brique et de pierre mélangées furent en grande faveur : on obtenait ainsi facilement des parements variés de couleur. Nous en pourrions citer de nombreux exemples; signalons au moins l'aile de Louis XII du château de Blois, certaines parties du château de Madrid, construit au bois de Boulogne par François I^{er}, et où la terre cuite émaillée se mariait avec la pierre, en formant à l'extérieur une magnifique peinture. Sous Louis XIII aussi, l'architecture sut employer la brique aux décorations extérieures.

Chose étonnante, ce fut très tard, au IX^e siècle seulement, qu'on vit apparaître la brique en Angleterre, dans ce pays qui devait tant l'employer, et qui est devenu fatalement comme sa patrie d'adoption parce que les matériaux par excellence, les pierres calcaires, manquent en cette contrée. On pourrait objecter, une carte géologique à la main, que le terrain jurassique, partout si riche en calcaire, présente des affleurements considérables du sud-ouest au nord-est de l'Angleterre; l'objection est vraie; malheureusement, tandis qu'en France le terrain jurassique développait ses couches calcaires, en Angleterre, il ne développait que ses couches argileuses ou marneuses aux dépens des couches calcaires. Il ne restait donc à nos voisins qu'à choisir entre le granite et les briques : le choix n'était pas douteux. De là, dans toute la Grande-Bretagne, cette prodigieuse consommation de briques qui, du reste, sont d'excellente qualité. Le granite est réservé pour les soubassements, quelques ponts d'une grande importance, et les monuments funéraires.

Aujourd'hui, l'usage des briques est général en Europe et s'élève à un chiffre considérable, principalement dans les contrées où les pierres de construction font défaut, comme en Angleterre, en Belgique, en

Hollande, en Normandie, dans une partie de la Champagne, du Languedoc, de la Bretagne, dans le nord de la France, etc. N'oublions pas d'ajouter qu'elle concourt heureusement, avec la pierre de taille, à la décoration des innombrables villas qui s'élèvent de toutes parts aux environs des grandes villes.

Il faut reconnaître que ce grand succès de la brique est mérité par plusieurs bonnes qualités : elle est plus légère que la pierre de taille, ce qui l'indique naturellement pour les voûtes intérieures et pour les parties supérieures des maisons ; joignons à cela qu'elle adhère parfaitement au mortier, qu'elle se met bien en place, et qu'enfin, lorsqu'elle est de *bonne qualité*, elle résiste aussi bien que la pierre aux intempéries des saisons.

Tuiles. — L'emploi de la tuile remonte à une haute antiquité : les peuples de l'Asie s'en servaient avant les Grecs ; les Doriens la fabriquaient avec une grande perfection ; les Romains l'ont employée concurremment avec le métal, et l'on trouve presque partout, en Europe, des quantités de tuiles romaines.

Chez les Romains, la couverture se composait de rangées de tuiles-canal plates, à rebords et recouvrement, dont on recouvrait les joints avec des tuiles creuses, aussi à recouvrement. La tuile plate, de forme rectangulaire, mesurait 0^m,34 à 0^m,40 de longueur, et 0^m,23 à 0^m,27 de largeur. Des encoches, pratiquées au-dessous des rebords, à leur extrémité inférieure, permettaient aux rebords de se recouvrir mutuellement.

Entre le iv^e et le ix^e siècle, on continue la même méthode de couverture, mais les tuiles sont grossières, gauches, plus petites que les tuiles romaines, et se recouvrent mal.

Au xi^e siècle, dans les provinces méridionales de la Provence et du Languedoc, on abandonne les encoches qu'on ouvrait au-dessous des rebords, et on donne la forme d'un trapèze aux tuiles-canal plates, en conservant leurs rebords. On plaçait la tuile supérieure sur la tuile inférieure en l'introduisant par son petit côté entre les rebords de cette dernière. Mais, en même temps, on donne plus de largeur à la tuile-canal, afin d'obtenir plus d'écartement, et, par conséquent, plus de dégagement pour l'eau entre les tuiles rondes de recouvrement qui sont conservées.

Vers la fin du xi^e siècle, les provinces du nord de la France abandonnent la couverture romaine : elle ne convenait pas en effet à ces contrées brumeuses. La poussière s'arrêtait dans ces canaux, retenait

l'humidité, et développait bientôt des mousses et des végétations qui s'imprégnèrent d'eau et minaient la couverture par l'effet des gelées; d'un autre côté, la neige pénétrait, lors des bourrasques d'hiver, sous les tuiles de recouvrement, et allait pourrir les chevrons et les charpentes.

On remplaça donc, dans la Bourgogne et le Nivernais, la tuile romaine par des tuiles plates de $\frac{0^{\text{m}},33 \times 0^{\text{m}},27}{0^{\text{m}},022}$, ayant, à la tête et en dessous, un rebord ou crochet continu sur toute la largeur de la tuile. Ce crochet servait à retenir les tuiles aux lattes. Durant tout le XII^e siècle, on employa ce mode de couverture dans ces deux provinces.

La Champagne fabriquait d'excellente tuile plate à crochet dès la fin du XIII^e siècle : il y avait la tuile ordinaire de $0^{\text{m}},350 \times 0^{\text{m}},215$, et la tuile dite du comte Henri, de $0^{\text{m}},340$ sur $0^{\text{m}},180$: au lieu de crochet continu, ces tuiles portaient à la tête un crochet et un trou placés chacun au tiers de la largeur des tuiles. Les chevrons étaient alors espacés tant vide que plein, et recevaient la même largeur que les tuiles; ces dernières se plaçaient à cheval sur le chevron, de manière que la moitié de chaque tuile reposait sur les lattes par son crochet, tandis que l'autre moitié occupait la demi-largeur du chevron sur lequel on la fixait au moyen d'un clou ou d'une cheville qu'on introduisait dans le trou.


La tuile du comte Henri était mieux fabriquée encore que la tuile ordinaire : elle était ordinairement émaillée sur le pureau qui était alors d'un tiers comme à notre époque : les couleurs de l'émail étaient le noir, le rouge et le blanc jaunâtre. Ces tuiles émaillées formaient des mosaïques sur les couvertures.

Dans les contrées du Centre, sur les bords de la Loire, dans le Nivernais, le Poitou, on fabriquait, vers la fin du XII^e siècle, des tuiles plates en forme d'écailles ayant $0^{\text{m}},350$ sur $0^{\text{m}},165$, qu'on émaillait quelquefois et qu'on creusait, sur le pureau, de trois cannelures destinées à faciliter l'écoulement des eaux. Elles étaient percées de trous à la tête et portaient, en dessous, un crochet qui s'appuyait sur la tête de la tuile inférieure.

Toutes les tuiles dont nous venons de parler étaient moulées sur sable, à la main, coupées au couteau, et non pas moulées dans des moules comme on le fait aujourd'hui; leur cuisson se faisait au bois et était fort régulière. Celles de Bourgogne et de Champagne se sont parfaitement conservées, et restent encore aussi bonnes aujourd'hui qu'au jour de leur mise en place. Celles du Centre, au contraire,

qu'on fabriquait plus épaisses parce que la terre était plus dure, ont mal résisté aux actions atmosphériques.

Vers le XIII^e siècle, on abandonna, dans les provinces du Midi, la tuile-canal plate; on se contenta d'employer la tuile creuse, alternativement placée comme tuile canal et tuile couvre-joints. Ce système est encore employé dans tout le midi de la France, à partir du Lyonnais, en Auvergne, dans une partie du Limousin, du Périgord, et remonte jusqu'en Vendée.

Dans les Flandres, et dans les provinces du Nord-Est, on employait, dès le XV^e siècle, les tuiles en forme d'S renversée () , encore en usage aujourd'hui dans ces contrées, et nommées tuiles flamandes.

L'industrie des tuiles se maintint florissante jusqu'à la fin du XV^e siècle; puis elle ne fit plus que décroître jusqu'au commencement de notre siècle. Les tuiles mêmes de Bourgogne et de Champagne, fabriquées au dernier siècle, étaient grossières et inégalement cuites.

Les Anglais et les Allemands n'avaient jamais abandonné cette intéressante fabrication; suivant enfin leur exemple, on reprit sérieusement en France, vers les premières années de ce siècle, les traditions interrompues de cette industrie, et on l'éleva rapidement à un haut degré de perfection, grâce à l'invention des tuiles à emboîtement. Cette invention remonte à l'année 1831; elle est due aux frères Gilardoni, d'Altkirch (Alsace), qui, le 21 mai de cette année, firent breveter leur invention; bientôt après, ils firent des cessions de leurs brevets à MM. Martin, à Marseille; Jolibois, à Deyvillers (Vosges); Fox, à la Noche (Rhône); Grandchamp, à Nancy (Meurthe); Gahin, à Toul (Meurthe); et Em. Müller, à Paris.

C'est réellement de cette époque que date l'ère des perfectionnements si rapides apportés à la fabrication des tuiles et des autres produits en terre cuite.

Carreaux. — L'histoire des carreaux en terre cuite non émaillée se confond avec celle de la brique; les Romains couvraient l'aire de leurs salles, soit avec des mosaïques composées de petits cubes de marbre de diverses couleurs, soit avec de grandes dalles de marbre ou de pierre; la brique était réservée pour les carrelages les plus vulgaires.

Aux temps mérovingiens, et jusqu'au XII^e siècle, on suivit vraisemblablement les usages romains; mais au XII^e siècle apparaissent pour la première fois les carrelages en terre cuite, non pas brute, mais émaillée. Nous donnerons plus loin à ces produits émaillés tous les développements qu'ils comportent.

2. — FABRICATION PROPREMENT DITE

L'argile forme la base de toutes les terres cuites, telles que briques, tuiles, carreaux, poteries de bâtiment; elle leur communique d'abord sa *plasticité*, qui permet de leur donner à froid toutes les formes, et ensuite la *dureté*, que la cuisson lui fait acquérir; mais, à côté de ces deux qualités se place un défaut, savoir, le *retrait* relativement considérable que subit l'argile à la dessiccation et à la cuisson, et qui produit des déformations et des fendillements dans la pâte cuite.

Ce retrait inévitable empêche d'employer l'argile seule à la fabrication de ces produits; il faut y mêler un *ciment* ou *substance dégraissante* qui diminue, il est vrai, sa plasticité, mais qui diminue surtout son retrait.

Il suit de là que toute terre cuite est le résultat de la cuisson d'une matière *argileuse* ou *plastique*, mélangée avec une *substance dégraissante* ou *antiplastique*.

Substances plastiques. — Les matières plastiques, celles qui entraînent la plasticité et la dureté, sont les substances alumineuses, telles que les argiles *plastiques*, *figulines*, *marneuses*, les *kaolins*, et enfin les *marnes calcaires* et *limoneuses*.

Substances antiplastiques. — Quant aux matières dégraissantes, ce sont des substances riches en silice, telles que le *quartz*, le *sable*, le *silex*, le *feldspath*, la *pegmatite*, puis la *craye*, le *gypse*, le *phosphate de chaux*, les *escarbilles*.

Mais on comprend aisément que, pour fabriquer des produits d'un prix aussi peu élevé que les terres cuites de construction, il convient tout d'abord de rejeter toutes les substances rares ou coûteuses, comme les *kaolins*, le *gypse*, la *pegmatite*, le *feldspath*, et de s'en tenir aux matériaux communs *argileux* et *dégraissants* que le sol peut fournir en couches assez puissantes.

Aussi se sert-on généralement d'argiles communes plus ou moins sableuses et de marnes argileuses, calcaires ou limoneuses. Mais il est rare de rencontrer des terres argileuses qui conviennent tout d'une pièce, sans aucun mélange, à la fabrication des terres cuites; presque toujours il faut composer sa terre, ou corriger celle qu'on possède au moyen d'éléments étrangers.

On est donc obligé, préalablement à toute fabrication, d'analyser ses terres et de les soumettre à des essais de cuisson, pour déterminer, non seulement la nature et les proportions des amendements qu'on doit leur faire subir, mais encore la méthode de travail, le genre de machines qu'il conviendra d'adopter pour produire beau, bon et beaucoup.

Pour qu'une terre, naturelle ou mélangée, soit reconnue bonne, il faut que, soumise à la dessiccation d'abord, à la cuisson ensuite, elle fournisse un produit qui ne présente aucune gerçure, aucun fendillement, qui soit dur et peu poreux, qui rende un son clair au choc, qui ne gèle pas et qui ne s'émiette pas.

Si la terre s'est fendillée ou gerçée à la dessiccation et à la cuisson, elle est trop plastique, trop chargée d'alumine : il faut la dégraisser en l'additionnant de sable ou de marne calcaire ; si, au contraire, elle est sortie de la cuisson vierge de ces défauts, mais qu'elle soit plus friable, sans dureté, c'est qu'alors la terre est trop maigre, trop pauvre en alumine : il faut l'engraisser en y ajoutant de l'alumine, sous forme d'argile plastique ou simplement de marne argileuse.

Il est encore une qualité d'une importance capitale que tout fabricant sérieux doit exiger de sa terre, c'est qu'elle cuise à une température assez élevée pour assurer au produit la parfaite soudure de tous ses éléments et la plus grande dureté possible. Or, les oxydes de fer et surtout la chaux sont des fondants énergiques qui produisent, à une température relativement basse, la demi-fusibilité des terres argileuses qui en contiennent une proportion trop forte ; de là l'impossibilité de pousser la cuisson au degré nécessaire pour produire la dureté voulue ; aussi ne saurait-on veiller trop sur la teneur en chaux des argiles à terre cuite.

On ne saurait non plus apporter trop d'attention à bannir de la terre argileuse les éclats de silex et les rognons de craie qui se rencontrent souvent dans les argiles plastiques et dans les marnes inférieures à la craie ; car le silex éclate à la cuisson et déforme la pièce ; quant à la craie, elle cuit dans l'intérieur des pièces céramiques, se transforme en chaux vive, puis, à la première humidité, cette chaux s'éteint naturellement et la pièce avec elle.

En somme, on peut conclure de ce qui précède qu'une terre argileuse étant donnée, on pourra toujours, après quelques essais, lui trouver les proportions convenables de substances soit plastiques, soit dégraissantes, pour donner, à la cuisson, des produits irréprochables.

Principes généraux de la fabrication. — Ces considérations générales

établies, nous passons à la fabrication proprement dite des terres cuites. Cette fabrication s'est opérée durant des siècles et chez tous les peuples au moyen d'une méthode unique, à laquelle, en ces derniers temps, on a donné le nom de fabrication en pâte molle. Mais, depuis un quart de siècle environ, la nécessité d'alimenter des besoins toujours croissants a fait créer des méthodes plus rapides, de sorte qu'aujourd'hui nous pouvons compter quatre modes de fabrication, qui sont les suivants, et que nous passerons successivement en revue :

- 1° Fabrication en pâte molle;
- 2° Fabrication en pâte ferme ou demi-dure;
- 3° Fabrication en pâte dure;
- 4° Fabrication en pâte sèche.

La fabrication en pâte molle se fait à la *main* ou à la *machine*, ce qui constitue deux méthodes distinctes que nous exposerons successivement.

3. — FABRICATION EN PÂTE MOLLE À LA MAIN

Description du procédé. — Cette méthode, quarante fois séculaire, et qui a toujours donné d'excellents résultats, est appelée ainsi parce qu'elle n'emploie que des terres bien trempées et délayées, contenant environ 25 %, d'eau mélangée qui s'évapore à la cuisson.

Dans cette méthode, on n'emploie jamais la terre au sortir de la carrière; on l'extrait autant que possible en automne, on la concasse à la main, ou à la machine si elle se présente en concrétions trop dures, puis on la réunit en petits tas sur le sol, et on la laisse tout l'hiver exposée aux injures de l'air, en ayant soin de la remuer de temps à autre. On a remarqué, sans l'expliquer, que ces alternatives de pluie, de gelée, de soleil, durant les cinq ou six mois d'hiver, outre qu'elles délitent la terre, ont la propriété de la rendre plus fine, plus ductile, plus facile à travailler : c'est le *pourrissage* des terres.

Au printemps, les gelées passées, on procède au *corroyage* qui a pour but de rendre la terre bien homogène. On la jette dans des fosses en y ajoutant au plus la moitié de son volume d'eau. Alors un ouvrier descend dans la fosse, armé d'une espèce de bêche, appelée *batte*, et piétine ou *marche* la pâte en la remuant, la recoupant et la battant en tous sens; en même temps, il a soin de rejeter tous les corps durs, pierres, racines, pyrites de fer, rognons de silex ou de calcaire; il ne s'arrête qu'après avoir constaté que la terre est partout également im-

prégnée d'eau et forme une pâte parfaitement homogène, et débarassée de toute concrétion terreuse.

Dans les Flandres française et belge, on opère plus simplement : on corroie la terre à la carrière même : on isole, sur le dessus du banc d'argile, une certaine surface qu'on bêche à 0^m,50 ou 0^m,60 de profondeur ; on arrose d'eau la partie bêchée, et on la fait marcher soit par des hommes, soit par des chevaux, ou des bœufs. Pour obtenir des produits plus parfaits, on réunit la terre bêchée en petits tas qui sont arrosés, piétinés, retournés et battus plusieurs fois.

Ces deux procédés de corroyage constituent ce qu'on appelle le *marchage*. La terre qui l'a subi forme une pâte molle, bien mêlée, bien soudée, d'une densité bien homogène ; elle est prête pour le moulage, si elle n'a pas besoin d'être amendée.

Si la terre, au contraire, est trop grasse ou trop maigre, et qu'elle ait besoin d'une addition de sable ou de marne argileuse, on la sort des fosses et on la répand sur le sol en couches horizontales, alternant avec des couches dosées, soit de sable fin, soit de marne réduite en poussière ou en pâte molle. Cela fait, on *trempe* d'eau ce mélange, puis on le relève en petits tas qu'on marche et piétine jusqu'à ce que la pâte soit devenue parfaitement homogène et prête au moulage.

La terre ainsi préparée par le marchage doit présenter la consistance nécessaire pour ne pas s'affaisser après le démoulage. L'expérience indique la quantité d'eau qu'il ne faut pas dépasser, et qui n'excède jamais, du reste, la moitié du volume des terres. Ajoutons que pour fabriquer les tuiles, les poteries, les briques creuses, la pâte doit présenter une consistance plus grande que pour les briques pleines.

Avant l'invention des machines, le *moulage* se faisait à la main, dans des moules sans fond, en bois ou en métal, dont les dimensions étaient calculées de manière à tenir compte du retrait que le séchage, et la cuisson devaient faire prendre à la pièce. On approchait des tables à mouler les brouettes remplies de pâte. Le mouleur, après avoir bien sablé la table et son moule, pour empêcher la pâte d'y adhérer, saisissait rapidement une certaine quantité de pâte, la lançait avec force dans son moule, la comprimait avec une égale énergie dans toutes ses parties, unissait ensuite avec une *plane* la surface supérieure et faisait porter la pièce sur une aire voisine bien battue et saupoudrée de sable par un enfant qui la posait à plat comme elle avait été moulée, et qui rapportait le moule.

Pendant ce temps, le mouleur avait moulé une autre pièce que l'enfant trouvait prête en rapportant son moule, et qu'il portait sur l'aire

à côté des autres en prenant soin de les serrer et de bien les aligner, afin de perdre le moins de place possible.

On moulait ainsi à la main, dans des moules spéciaux, les briques pleines, les carreaux, les tuiles plates à crochet, mais on ne pouvait pas mouler les briques creuses, ni les pièces qui se fabriquent à la filière, et par conséquent à la machine : ces produits n'étaient pas connus du reste avant l'invention des machines.

La quantité de briques moulées ainsi par un ouvrier, dans une journée, ne dépend que de son habileté et de la régularité avec laquelle on lui fournit sa pâte et son sable : les ouvriers flamands et hollandais, qui passent pour les plus habiles, en façonnent jusqu'à huit ou dix mille ; ceux des environs de Paris en fabriquaient environ sept mille en douze heures de travail effectif.

Ce moulage à la main est encore en usage dans un certain nombre de briqueteries, pour la fabrication des briques, des tuiles et des carreaux ; car il est suffisamment expéditif.

Après l'opération du moulage vient celle du *séchage*. Elle a lieu en plein air, ou dans des hangars couverts, ou dans des séchoirs, suivant la sécheresse ou l'humidité du climat ; car ce qu'il faut éviter avant tout, c'est à la fois la pluie ou la trop grande humidité qui s'oppose à son séchage, et l'exposition des pièces à un soleil trop ardent, qui produit une dessiccation beaucoup plus rapide à l'extérieur qu'à l'intérieur, de telle sorte que l'humidité intérieure ne pouvant s'échapper assez librement, tourmente la pièce, la fait gercer, et peut aller même jusqu'à la briser.

Après quelques heures de séchage, c'est-à-dire après cinq ou six heures dans le midi, et dix à douze heures dans le nord, les briques ont acquis assez de fermeté pour qu'on puisse les relever de la position à plat pour les poser de champ sur l'aire. Puis, lorsque la brique a pris assez de consistance pour que les doigts n'y laissent plus d'empreinte sensible, on la *pare*, c'est-à-dire qu'on enlève avec un couteau de bois les bavures que le moule y a laissées et les corps étrangers qui ont pu s'y fixer depuis le moulage.

Ainsi parées, les briques sont entassées en forme de *haies*, ou de murailles à claire-voie, composées de rangées de 4 briques de champ, hautes de 1^m,50 à 2^m,00, et laissant entre elles le plus de vide possible, afin que l'air, en circulant, puisse frapper plus de surface et activer ainsi la dessiccation.

Quelques jours après, la brique a pris plus de consistance encore : elle ne reçoit plus que difficilement l'impression des doigts ; l'heure

est venue de la *rebattre*, afin de lui rendre la régularité que lui ont enlevée tour à tour le moulage, le démoulage et les manipulations suivantes. Un ouvrier bien exercé les place une à une sur un banc, et il les bat et rebat fortement sur toutes leurs faces avec une batte semblable en petit au battoir des blanchisseuses. Le rebattage est une opération fort importante et relativement fort coûteuse, à cause des manipulations qu'elle exige, telles que le transport, le report, et la remise de la brique en haie. Outre la régularité qu'elle donne aux briques, elle en serre la pâte en rapprochant les molécules qui vont remplir les vides laissés par l'eau évaporée; elle augmente ainsi la résistance des briques à l'écrasement dans une proportion notable; de plus les briques, prenant une texture plus serrée, deviennent moins poreuses et résistent mieux aux actions atmosphériques. Il est vrai qu'en revanche elles acquièrent une densité plus grande, et, par conséquent, occasionnent une dépense de transport un peu plus forte; mais ce léger inconvénient est largement compensé par les qualités importantes que le rebattage leur communique, et que nous venons d'énumérer.

Le rebattage effectué, on laisse les briques continuer leur séchage sur les haies, jusqu'à ce qu'elles aient perdu presque toute l'eau qu'elles renferment; mais on comprend qu'il faut un long temps à des produits imprégnés d'eau pour parvenir à un état de dessiccation qui en permette la cuisson sans danger. Il ne faut pas compter moins d'un mois, en moyenne, pour opérer le séchage des briques en plein air ou sous des hangars couverts, et pas moins de 12 à 18 jours dans des séchoirs chauffés.

Les tuiles et les carreaux, ayant une épaisseur moindre, sèchent naturellement plus vite que les briques.

Lorsqu'on a reconnu, en en brisant quelques-uns, que les produits sont assez secs pour ne plus redouter les déformations que produit la cuisson sur les pièces trop humides, on les porte au four.

Nous décrirons plus loin les différentes espèces de fours employés à la cuisson des produits qui nous occupent; nous nous bornerons à dire ici que, quel que soit le four, il est de toute importance de graduer le feu avec le plus grand soin, surtout au commencement de la cuisson, sous peine de voir se fendiller et même éclater les produits qui seraient exposés trop humides encore à l'action brusque d'un feu trop ardent. Car les parties extérieures, qui sèchent les premières, n'ont pas pris encore assez de force pour résister, tandis que les molécules d'air ou d'eau qui occupent l'intérieur, se dilatant ou se vapo-

risant rapidement, font éclater la pièce ; de là des déchets qui peuvent être considérables.

Nous ajouterons que le feu doit être conduit avec la plus grande régularité pour éviter les coups de feu trop violents qui fondraient les produits. Il doit être également dirigé dans toutes les parties de la fournée, sous peine de produire, ici, des surcuits, là, des incuits. Enfin la cuisson doit s'opérer à la température la plus haute possible, afin de consommer la parfaite soudure des molécules entre elles, et donner aux produits la plus grande dureté, car on sait que la dureté représente la qualité maîtresse dans les terres cuites de construction, et qu'elle ne peut être obtenue qu'à l'aide d'une température élevée. Or la température de la cuisson ne pouvant évidemment dépasser celle où les terres entrent en fusion, il est de toute importance de composer les terres de telle façon que la fusion des produits ne commence qu'après leur cuisson parfaite.

Telle est, sommairement exposée, la fabrication manuelle, en pâte molle, des produits qui nous occupent. Elle se recommande par un malaxage qui peut être poussé, si on le veut, jusqu'à la dernière limite de la perfection ; c'est une affaire de marchage plus ou moins prolongé. L'argile, également pénétrée d'eau dans toutes ses molécules, donne une pâte bien homogène comme humidité et comme densité, se prêtant merveilleusement à la soudure de toutes ses parties durant les opérations du séchage et de la dessiccation.

Ici, point de filière et par conséquent point de cette lamellation qu'elle produit toujours en divisant la pâte en plans de clivage qui sont toujours un obstacle à la soudure par la cuisson.

Quant à la dureté des produits, elle peut être poussée aussi loin qu'on le veut ; car elle réside absolument dans le choix et le dosage des matières premières, et dans la haute température de la cuisson.

Mais ces belles qualités se payent cher, car, à part le moulage qui se fait rapidement, l'opération du marchage est longue, le séchage est encore plus long, et demande une surface énorme de hangars et de séchoirs. On peut juger de l'emplacement immense qui serait nécessaire à une grande usine comme celle de Montchanin pour produire avec ce procédé les 50,000 tuiles qu'elle livre chaque jour à la consommation.

D'un autre côté, cette méthode, toute manuelle, ne peut pas fabriquer les briques creuses, les tuyaux et tous les produits en terre cuite qui doivent passer par la filière, et qui ont besoin, par conséquent, du concours des machines. Des produits nouveaux réclamaient un nouvel

outillage, de là, la création et l'emploi des machines dans la fabrication en pâte molle.

4. — FABRICATION EN PÂTE MOLLE PAR LES MACHINES

Description générale. — La fabrication manuelle que nous venons d'exposer ne donnant que de bons produits, on a cherché tout naturellement à créer un outillage qui produisit sur les terres les mêmes effets que les diverses manipulations des ouvriers, et aujourd'hui l'on possède un ensemble de machines qui correspondent aussi bien à la nature des terres à travailler qu'à l'espèce de produits qu'on veut obtenir. Le fabricant n'a donc qu'à choisir en harmonisant son outillage avec les qualités ou les défauts de ses terres.

Toutefois il est un point important qu'il faut noter, c'est que, dans le procédé à la machine, on a conservé l'excellente pratique des premières opérations qui suivent l'extraction, telles que le *concassage* des grosses concrétions terreuses, le *délitage* et le *pourrissage* pendant les cinq ou six mois d'hiver : on agit sagement ainsi, car il est bien peu de terres qui ne s'améliorent par un long séjour à l'air.

Le pourrissage effectué, on met les terres en fosse avec une quantité d'eau qui n'excède pas la moitié de leur volume : cette eau les pénètre et les réduit en pâte molle; le séjour en fosse dure plus ou moins longtemps, suivant la nature plus ou moins argileuse des terres; c'est qu'en effet, plus une terre est argileuse et plastique, moins elle se laisse facilement imbiber par l'eau; de même aussi, elle abandonne plus difficilement l'eau qui l'a pénétrée. Toutefois cette opération du *trempage* n'excède pas généralement vingt-quatre heures.

Alors on sort l'argile des fosses et on opère le mélange des terres en procédant par couches horizontales et alternées des matières plastiques et dégraissantes, ainsi que nous l'avons exposé plus haut.

Jusqu'ici, on le voit, on n'a guère supprimé que le *marchage* à la méthode précédente, mais, à partir du mélange des terres, interviennent les machines jusqu'à la fin de la fabrication.

Si, par hasard, les terres et les sables qu'on exploite sont vierges de tout corps dur, ne dépassant pas le volume d'un millimètre, ce qui est extrêmement rare, on humecte bien leur mélange et on le conduit au malaxeur.

Mais, dans le cas général, terres et sables sont mélangés de corps durs étrangers, et se composent eux-mêmes de particules trop grosses

pour donner de bons produits; force est donc de broyer la matière assez fin pour qu'aucun morceau ne dépasse la grosseur d'un millimètre. On emploie pour cela des *cylindres broyeurs*.

Ces cylindres, mus par des manèges ou par des machines, fonctionnent par paires, et tournent en sens contraire autour de leurs axes qui sont placés sur un même plan horizontal. Dans le procédé en pâte molle, il suffit généralement d'une paire de cylindres unis, ne laissant entre leurs surfaces qu'un intervalle de 0^m,001; leur diamètre n'a pas besoin d'être grand, et même, dans plusieurs fabriques, où les corps durs sont un peu trop gros et nombreux, on réduit le diamètre à 0^m,12 ou 0^m,15. Ainsi établis, ces cylindres présentent entre eux un angle trop ouvert pour pincer et entraîner les corps un peu gros qui restent en dehors des cylindres; la terre seule et les corps d'un faible diamètre passent entre les cylindres en se laminant en feuilles de 0^m,001.

Si, au contraire, les corps durs ont assez peu d'importance pour ne pas compromettre la composition de la pâte, on peut les admettre au broyage et adopter des cylindres d'un plus grand diamètre.

Mais si les cylindres n'ont pas toujours besoin d'un grand diamètre, il est bon de leur donner en revanche une longueur relativement grande, car la pâte molle s'étend facilement et recouvre bientôt une grande surface.

On sait que la terre molle adhère et s'attache facilement aux corps étrangers; aussi est-il besoin de râclettes qui nettoient constamment les cylindres à la partie inférieure de leur course, et qui forcent la pâte à tomber à terre.

En cet état, la terre est cylindrée, broyée, réduite en pâte fine; mais elle n'est pas malaxée, c'est-à-dire triturée, mélangée, amenée à l'état de pâte parfaitement homogène; c'est l'affaire du malaxeur auquel la terre est conduite après son cylindrage.

Le malaxeur généralement employé est un cylindre vertical et fixe; dans l'intérieur tourne un arbre sur lequel sont assemblés, à des niveaux différents, des lames horizontales en fer munies de tiges verticales en fer rond. La pâte, amenée dans une trémie qui surmonte le malaxeur, tombe incessamment dans le cylindre. L'arbre vertical, mis en mouvement par un manège ou par une machine, entraîne avec lui, dans sa rotation, les lames et leurs tiges verticales qui tournent à travers la pâte en la remuant, la divisant, la triturant, la brassant et la faisant finalement descendre à la partie inférieure du cylindre d'où un couteau râcleur l'expulse enfin.

En sortant du malaxeur, la pâte molle est prête pour le moulage;

des deux opérations qui l'ont ainsi préparée, l'une, le cylindrage, n'a fait que broyer et écraser les corps durs sans rien mélanger; l'autre, le malaxeur, n'a rien broyé, et ne peut rien broyer, mais il a mélangé les substances en incorporant intimement entre elles toutes les particules broyées de natures diverses, et en formant un tout bien homogène qui se soudera bien à la cuisson.

Il suit de là que le cylindrage doit toujours précéder et jamais suivre le malaxage ainsi qu'il est fait chez quelques fabricants, car les corps durs hétérogènes traversent tels quels le malaxeur et ne sont écrasés qu'entre les deux cylindres broyeurs; mais, en s'écrasant, ils forment de petites masses broyées distinctes du reste de la pâte; la compression de la terre dans les moules est loin de suffire ensuite à produire un mélange suffisant, de sorte qu'on ne porte au séchoir d'abord, au four ensuite, qu'un amalgame de masses hétérogènes qui cuiront chacune à des températures différentes et qui, dès lors, ne se souderont pas entre elles, ou se souderont mal. Ainsi le raisonnement, d'accord avec les faits observés, exige que les terres dosées traversent les cylindres avant de passer au malaxeur.

Le malaxage opéré, il faut, sans délai, mouler les pièces; mais ici les machines sont nombreuses, elles varient suivant les produits à obtenir: on peut même se passer de machines pour fabriquer certains produits, et mouler à la main, comme plus haut, les briques pleines, les carreaux, les tuiles à crochet; dans ce cas, le malaxeur, selon son importance, peut desservir une, deux et jusqu'à trois tables de mouleurs, au moyen de portes qui s'ouvrent à sa partie inférieure.

Au lieu de mouler les briques à la main, on peut se servir de machines: les meilleures sont celles qui, après avoir moulé les briques, les déposent sur un plateau qu'on va porter au séchoir sans avoir besoin de toucher les produits avec la main.

Machine Cazenave et Jardin. — La machine de MM. Cazenave et Jardin réalise heureusement cet avantage: elle se compose d'un tonneau malaxeur dans lequel se ment une portion d'hélice qui expulse la terre à travers une filière: au delà de la filière, une paire de cylindres lamineurs, garnis de feutre ou de buffle, reçoivent la terre, la rendent bien calibrée en largeur et en épaisseur, et la déposent automatiquement sur des planchettes en bois, où des fils la découpent aux dimensions de la brique; puis un enfant porte les planchettes au séchoir. Cette machine donne de bons produits, mais à la condition que la terre soit parfaitement malaxée.

Machine Brethon. — La machine Brethon, fondée aussi sur la propulsion de la terre par une hélice, rend de bons services; mais elle est dépourvue des cylindres lamineurs de la machine de Cazenave; des fils découpent la bande de terre à sa sortie de la filière, et des enfants transportent les briques aux séchoirs sur des planchettes.

Ces deux engins donnent de bonnes briques, mais elles produisent peu.

Machine de Carville. — Une autre machine à briques, un peu ancienne déjà, mais toujours bonne et toujours employée, est la machine de Carville, qui opère le moulage au moyen d'un mouvement de rotation continu.

Elle se compose d'un malaxeur à axe vertical, puis d'un cylindre compresseur en fonte, d'un réservoir de sable, et d'un refouloir vertical, placés tous trois à la suite du malaxeur, enfin de deux chaînes sans fin : l'une, plus grande, qui porte les moules, l'autre, plus petite, composée de plaques de tôle formant le fond des moules; cette dernière chaîne se meut dans l'intérieur de la grande, et les plaques de tôle sont maintenues horizontales par des rouleaux qui les soutiennent sous les moules. Une auge pleine d'eau se trouve placée sur le parcours inférieur de la grande chaîne à moules, et un second réservoir de sable fin précède le malaxeur au-dessus des chaînes.

Les deux chaînes se meuvent en même temps d'un mouvement continu : les moules se sablent d'abord sous le réservoir qui précède le malaxeur, passent sous ce dernier, se remplissent de terre, et continuent leur chemin en passant, successivement, sous le cylindre compresseur constamment humecté d'eau qui comprime la pâte, sous le réservoir de sable qui la saupoudre, et enfin sous le refouloir qui fait tomber chaque brique sur une toile sans fin. Alors les deux chaînes se retournent autour de leurs axes extrêmes, puis les moules de la grande chaîne traversent l'auge inférieure où ils trouvent l'eau et un balai de bouleau qui enlève toute la terre adhérente. Au sortir de l'auge, les chaînes se retournent de nouveau autour de leur second axe, et les moules recommencent une seconde opération en repassant sous le malaxeur.

Machine à briques à deux hélices. — La planche I contient une machine à briques qui résume certainement toutes les qualités qu'on peut demander à ces engins, tant au point de vue de la construction qu'au point de vue de la bonne qualité des produits. Cette machine a

été étudiée et réalisée dans les ateliers de la maison Boulet, Lacroix et C^e, 28, rue des Écluses-Saint-Martin, à Paris; elle est le résultat d'études approfondies et ne livre rien à la critique. Aussi jouit-elle d'une grande faveur auprès des fabricants.

Dans ses parties essentielles, elle se compose d'une paire de cylindres unis et horizontaux de 0^m,30 de diamètre, d'une chambre de compression, d'un malaxeur horizontal à deux hélices tangentielles, d'une filière et d'un chariot découpeur.

Le mouvement est transmis du moteur à cette machine au moyen d'une paire de poulies fixe et folle de 1^m,00 de diamètre, calées sur un arbre intermédiaire, qui porte deux pignons qu'il fait tourner avec une vitesse de 80 à 100 tours à la minute. L'un de ces pignons commande un engrenage de 47 dents, calé sur l'axe prolongé de l'une des hélices, en même temps que la rotation est communiquée à l'autre hélice au moyen de deux pignons de 17 dents.

L'autre pignon de l'arbre intermédiaire a pour fonction de transmettre le mouvement à l'un des cylindres lamineurs par l'intermédiaire d'une roue à chevrons de 60 dents, et à l'autre cylindre au moyen de deux pignons droits de 19 et 27 dents. Les deux cylindres ont des vitesses différentes : ils font respectivement 24 et 34 tours à la minute.

Au-dessus des cylindres est une trémie, dans laquelle une chaîne à godets verse incessamment la terre, à l'état de consistance molle, qu'elle puise dans les fosses de trempage établies tout près de la machine.

Toutes les pièces de cette machine sont établies dans les conditions de solidité les plus satisfaisantes. Le bâti est fondu d'une seule pièce avec les paliers des arbres de transmission, dont les coussinets sont en bronze, et ont de larges portées. Tous les organes en sont d'une visite facile, et le tout est fixé sur un massif à l'aide de boulons de fondation.

Le fonctionnement de la machine est facile à saisir : après avoir subi, pendant une journée, dans la fosse, l'opération du trempage, la terre est élevée par la chaîne à godets, et versée dans la trémie, d'où elle tombe entre les cylindres lamineurs. Ceux-ci, grâce à leurs vitesses différentes, arrachent et divisent la terre, en même temps qu'ils la laminent, et qu'ils broient tous les corps durs et toutes les parties qui possèdent de la consistance.

Au sortir des cylindres, la terre tombe dans la chambre de compression, fermée latéralement par les parois prolongées de la trémie,

et, longitudinalement, par des râcloirs dont on peut modifier les positions par des vis de réglage.

Les deux hélices tangentielle, qui reçoivent la terre à la sortie de la chambre de compression, ont une longueur de 0^m,683, un diamètre de 0^m,214, un pas de 0^m,14, et une vitesse de 30 tours à la minute. Elles conduisent la terre, et la refoulent, d'une manière uniforme, jusqu'à la filière, d'où elle sort sous la forme d'un prisme continu, qui peut être plein, creux, ou tubulaire, suivant le modèle adopté pour la filière.

Ce prisme, au sortir de la filière, avance sur de petits rouleaux dépendant d'un chariot mobile, et se trouve guidé, dans sa marche, par deux cylindres verticaux convenablement espacés. Lorsque le prisme a atteint la longueur voulue, on abat le chariot-coupeur, en le faisant tourner sur son pivot horizontal, et les fils d'acier, dont il est armé à des distances convenables, découpent le prisme en morceaux de longueurs déterminées.

Cette machine fabrique couramment, à l'heure, 1,000 briques pleines ou creuses, ou l'équivalent en autres produits, tels que tuyaux de drainage, tuiles plates, carreaux, tuiles courbes, etc. Elle est préférable à toute autre pour faire des produits creux. Elle fabrique couramment aussi, sans les secours de presses, des tuiles plates à crochet; seulement, on lui adjoint, dans ce cas, un appareil spécial destiné à former et à découper le crochet, et qui coûte 450 francs en dehors du prix de la machine.

Mais il est une condition nécessaire au bon fonctionnement de cette machine; cette condition, c'est d'employer des terres, non seulement plastiques et passant bien à la filière, mais encore amenées à l'état de pâte molle, ou à peine ferme, afin que les fibres produites par le glissement de la terre sur les hélices ne soient pas trop accentuées.

Cette machine exige une force de 3 à 4 chevaux-vapeur. Elle pèse environ 2,000 kilogrammes, se vend 2,500 francs, et produit, comme nous l'avons dit, 1,000 briques à l'heure, soit 10,000 briques en une journée de 10 heures.

Ajoutons que la maison Boulet construit également deux autres modèles de la même machine, d'une plus grande puissance de production, et coûtant respectivement 3,300 et 4,500 francs. Le dernier n'a qu'une hélice au malaxeur, au lieu de deux.

Les machines le plus généralement employées pour les tuiles sont celles qui opèrent le moulage au moyen d'une filière, et qui découpent ensuite les produits, soit avec des couteaux, soit avec des fils de laiton.

Dans ces machines, la terre, en sortant du malaxeur, tombe dans une boîte à compression en métal, appelée *galetière*, dans laquelle se meut un piston à mouvement alternatif; ce piston presse et comprime la pâte dans une forme d'entonnoir, et la force à sortir en un ruban continu à travers une filière dont la forme varie avec le produit.

Pour la brique pleine et la tuile, cette forme est une ouverture rectangulaire; pour les carreaux, c'est une ouverture carrée, pentagonale, hexagonale ou octogonale, pour les briques creuses, la filière est une plaque percée de trous qui correspondent aux pleins de la brique; pour des tuyaux continus, c'est un vide annulaire, etc.

Au sortir de la filière les produits trouvent un *tablier à rouleaux* sur lequel ils sont portés jusqu'au *découpeur* à couteaux ou à fils qui les tranche à la longueur voulue.

Après ce découpage, les briques ordinaires, pleines ou creuses, les carreaux, les tuyaux ordinaires sont portés sur une aire où ils commencent leur séchage, qu'ils terminent ensuite à l'air libre, dans des hangars ou dans des séchoirs, comme dans la méthode manuelle, après avoir subi l'*ébarbage*.

Quant aux tuiles à emboîtement ou à crochet, après leur sortie du découpeur à l'état de galettes prismatiques, elles passent dans les mâchoires d'une presse, mue à la main ou à la machine, qui leur imprime le relief plastique qu'elles doivent définitivement présenter. Seulement, comme les pâtes molles adhèrent très fortement aux métaux et qu'on ne pourrait pas les retirer intactes d'un moule en métal, on a soin de les mouler dans des moules en plâtre encastrés dans les mâchoires en fonte de la presse; ajoutons que ces presses, opérant sur des pâtes tendres, n'ont pas besoin d'une grande force, et cependant, malgré la pression relativement faible exercée sur la pâte, les moules en plâtre sont rapidement usés, ce qui ne laisse pas d'être assez coûteux; on estime qu'en moyenne ils ne peuvent guère mouler qu'un millier de tuiles sans être renouvelés. Les tuiles ainsi moulées sont portées au séchoir et étendues avec tous les soins que comportent des produits encore mous.

Les briques pleines et les carreaux, qui ont besoin de présenter beaucoup de résistance, doivent être retirés du séchoir avant d'être complètement secs, et repressés de nouveau dans une *presse rebatteuse* opérant par choc ou par pression continue; le choc est toujours préférable; cet outil, qui se manœuvre ordinairement à bras, à l'aide d'un levier ou d'un volant, imprime aux briques et aux carreaux l'es-

tampage ou les empreintes nécessaires. Il est à peine besoin d'ajouter que les briques, ainsi reprises pour être repressées, ont acquis assez de consistance et de siccité pour ne plus adhérer aux métaux, et que, dès lors, les moules de la rebatteuse peuvent être établis en fonte, ce qui permet d'exercer des pressions plus fortes et d'obtenir des produits plus finement moulés. Les briques et les carreaux repressés sont reportés aux séchoirs où ils achèvent leur séchage. L'opération du séchage dure aussi longtemps dans cette méthode que dans la précédente, puisqu'on opère sur une pâte aussi molle. Lorsque les produits sont entièrement secs, on les porte au four comme dans la méthode manuelle.

Il convient de faire remarquer que, dans cette méthode encore, les produits d'une faible épaisseur, tels que les tuiles, les carreaux, ont besoin d'être fabriqués avec une pâte un peu plus ferme que les briques, afin que les manipulations successives deviennent plus faciles.

Avantages et défauts de ce procédé. — Les produits qu'on obtient par cette fabrication mécanique présentent au même degré toutes les belles qualités que nous avons reconnues dans les produits fabriqués à la main, savoir : la parfaite soudure de tous les éléments constitutants, une cassure nette et fine qui prouve la parfaite homogénéité de la pâte, un son clair et franc qui est un indice certain de grande dureté.

On observe bien, il est vrai, dans les galettes de pâte qui sortent de la galetière, un certain feuilletage inhérent à tout passage à la filière, et qui résulte de la séparation de la pâte en minces lamelles qui glissent sur elles-mêmes; mais, ici, ce feuilletage n'a pour ainsi dire aucun inconvénient, et ne laisse guère de trace à la cuisson, car cette pâte molle est tellement liée, tellement homogène, comme humidité et comme densité, que la pression dans les moules suffit pour lui restituer toute sa soudure, de sorte que si la cuisson s'est faite à une température assez élevée, les tuiles présentent à très peu près les mêmes qualités que celles qui sont portées directement du malaxeur aux presses, sans passer par la filière; et cependant le véritable connaisseur préférera toujours les dernières, car elles ne présentent jamais la moindre trace de feuilletage.

Nous venons d'exposer les qualités de cette méthode; examinons-en maintenant les défauts.

Tout d'abord, la forte adhérence de la pâte molle aux corps étrangers en rend fort difficile le transport d'une machine à l'autre; on ne peut pas l'opérer avec des toiles sans fin, ce qui contraint à n'employer

que des pelles en bois qu'il faut tremper dans l'eau pour ainsi dire à chaque jet.

Cette adhérence est un obstacle insurmontable à l'emploi de moules en métal dont on ne pourrait détacher les produits que par lambeaux; force est donc d'employer des moules en plâtre enchâssés dans les machines en fonte des presses; mais l'usure rapide de ces moules en nécessite, ainsi que nous l'avons vu, le renouvellement fréquent.

Un grave défaut de cette méthode, c'est que la pression est trop faible et qu'elle agit sur une pâte trop molle pour lui faire reproduire les détails, les finesses, les arêtes vives des moules; ce défaut n'existe pas pour les briques et les carreaux qui peuvent être repressés après une dessiccation de quelques jours; mais il s'accuse infailliblement sur les tuiles et autres produits qui ne sont pas soumis au rebattage.

Le temps relativement long que prend le séchage des produits est encore un inconvénient de cette méthode; il résulte naturellement de la grande quantité d'eau à évaporer. Il semble moins grave pour les produits non rebattus que pour les autres; car les premiers, formant des masses très poreuses, laissent évaporer l'eau de mélange plus facilement que les produits rebattus et par conséquent plus serrés comme texture.

Il est enfin un dernier défaut inhérent à toute fabrication en pâte molle, et qui atteint surtout les tuiles; la grande quantité de molécules d'eau qu'elles renferment ne s'évaporent au séchage et à la cuisson qu'en produisant autant de vides moléculaires. De là des produits très poreux à l'intérieur et rugueux à l'extérieur. Il est vrai qu'à l'emploi, les pores extérieurs sont vite fermés par les corpuscules aériens; mais aussi tous ces produits parasites finissent par engendrer toute une végétation moussue qui arrête l'eau et la fait refluer vers les charpentes.

Le meilleur remède à cet inconvénient consisterait à donner à la toiture une inclinaison un peu forte, et, à ce sujet, nous pensons qu'il serait temps de réagir contre la tendance générale à diminuer de plus en plus la pente des combles. Sous prétexte que les fabricants de tuiles à emboîtement indiquent dans leurs catalogues une pente de 0°,40 par mètre, comme un minimum au-dessous duquel il convient de ne pas descendre, on s'est habitué à considérer cette pente comme la pente normale et à l'appliquer en toutes circonstances. On a même employé souvent des inclinaisons beaucoup plus faibles. L'économie

trouve là son compte, il est vrai, car on dépense moins de charpente et moins de tuiles, mais aussi les corps étrangers, colportés par le vent, séjournent plus facilement sur les toits trop plats; l'eau de pluie ne coule plus assez rapidement pour les entraîner; elle est même retenue en partie par ces obstacles, et fournit aux végétations parasites un aliment sans cesse renouvelé. Aussi ne devrait-on jamais réduire à moins de 0^m,50 ou 0^m,60 par mètre l'inclinaison d'une toiture en tuiles à emboîtement; d'autant mieux que les assemblages des fermes en charpente seraient loin d'y perdre à tous égards.

Nous résumerons en deux mots notre jugement sur le mode de fabrication en pâte molle à la main ou à la machine : il fournit des produits qui possèdent, au point de vue de la pâte, des qualités de premier ordre, mais il exige beaucoup de temps, beaucoup de bâtiments, et donne pour résultat final une production minime et un prix de revient relativement élevé.

5. — FABRICATION EN PÂTE FERME OU DEMI-DURE

Description générale. — Nous venons de voir que le seul obstacle qui s'oppose à une production rapide dans la fabrication en pâte molle est uniquement la grande quantité d'eau dont la pâte est imprégnée. Trouver le remède théorique à ce défaut était facile, il n'y avait qu'à diminuer le volume d'eau dans lequel on délayait la pâte pour la rendre plastique et ductile; mais alors on se trouvait en face d'une pâte plus consistante, plus rude à manier et à malaxer; il fallait donc, en même temps, donner plus de force aux machines, et modifier l'outillage ancien. On n'hésita pas devant des tâtonnements nouveaux, et on finit par créer des machines dont le fonctionnement constitue ce qu'on appelle la fabrication en *pâte ferme* ou *demi-dure*.

Dans cette méthode, après avoir extrait les terres et concassé les gros blocs, il est bon de conserver, et l'on conserve ordinairement l'excellente opération du délitage et du pourrissage en plein air durant les mois d'hiver.

Les fabricants qui renoncent au pourrissage, faute de temps ou par raison d'économie, renoncent, en même temps et pour les mêmes motifs, au concassage à la main des concrétions compactes; ils le remplacent économiquement par le concassage à la machine; cette machine est une *coupeuse* ou un ensemble de *cylindres à mottes*.

La coupeuse se compose d'un disque horizontal garni de couteaux d'acier qu'une machine à vapeur fait tourner à grande vitesse dans une cuve où l'on jette les blocs d'argile. Les couteaux les débitent en menus morceaux et les font tomber dans une trémie, sous laquelle un wagonnet les reçoit et va les vider dans les fosses de trempage : une machine de ce genre, qui fournit jusqu'à 120 mètres cubes de terre par jour, est employée par M. Arnaud, Étienne, à sa grande usine de Saint-Henry, près de Marseille.

La machine à diviser les mottes se compose d'une ou de deux paires de cylindres cannelés. Les cannelures, qui ont pour but de diviser les mottes, sont plus ou moins serrées, et en forme de coins ou carrés. On donne quelquefois à ces cylindres cannelés la forme conique, afin que les cannelures correspondantes d'une paire de cylindres, marchant à des vitesses différentes, divisent mieux la terre en l'arrachant; mais cela n'est pas indispensable. Les terres, argiles compactes ou substances dégraissantes trop agrégées peuvent être conduites, par un plan incliné, de la carrière à la trémie qui surmonte les cylindres, puis elles passent ensuite entre ces derniers et tombent dans un wagonnet qui les conduit aux *magasins de repos*. Une paire de cylindres peut débiter de 20 à 30 mètres cubes de terre en 10 heures de travail.

C'est dans ces magasins de repos qu'on opère le *trempage* des terres en les arrosant d'un volume d'eau qui n'excède pas le cinquième de celui des terres.

Après un trempage de 24 heures, l'argile est retirée des fosses et mélangée avec les matières dégraissantes, par couches horizontales formant un cavalier dans le voisinage immédiate des machines à broyer.

La machine à broyer se compose de cylindres dont le nombre et la forme diffèrent suivant la composition des terres.

Une paire de cylindres unis, rapprochés à 0^m,001 d'intervalle, peut suffire avec des terres qui contiennent peu de corps étrangers, et en petit volume.

Si les corps durs sont plus volumineux et en plus grand nombre, on peut employer deux paires de cylindres unis et superposés; les deux cylindres supérieurs sont éloignés de 0^m,005 et débitent la terre en rubans de 0^m,005 d'épaisseur; ces rubans tombent sur la paire de cylindres inférieurs qui sont rapprochés à 0^m,001 seulement, et qui achèvent de broyer les corps durs.

On donne souvent la forme conique aux cylindres broyeurs, afin

qu'animés de vitesse différentes, ils arrachent et divisent la terre en la laminant.

Lorsque la hauteur fait défaut pour superposer les deux paires de cylindres, on les place à la suite l'un de l'autre; mais alors une toile sans fin reçoit la terre au-dessous des deux premiers cylindres pour la conduire au-dessus de la seconde paire; car on peut, dans cette méthode, employer ces toiles, la pâte ayant trop de consistance pour y adhérer avec force.

Ces cylindres unis ont besoin d'un certain diamètre afin de former entre eux un angle aigu pour bien pincer et retenir la terre; mais ici la pâte ferme s'étendant peu sur la surface des cylindres, on peut réduire sans inconvénient leur longueur au strict nécessaire, ce qui leur permet de s'user également dans toutes leurs parties.

Les terres, broyées et laminées, mais non pas mélangées par ces cylindres, ont absolument besoin du concours d'un malaxeur pour former une pâte homogène. C'est encore une toile sans fin qui les recueille au-dessous des cylindres, et va les verser dans la trémie du malaxeur.

Le malaxeur en pâte ferme est naturellement plus robuste et plus puissant que ceux qui travaillent en pâte molle; de plus, les lames horizontales dont l'arbre vertical est armé, sont de véritables couteaux munis eux-mêmes de couteaux verticaux. Quelques fabricants se servent de malaxeurs à hélices.

Le malaxage des terres n'est jamais trop parfait; il est beaucoup plus difficile de l'obtenir d'une pâte ferme que d'une pâte bien trempée d'eau; aussi ne saurait-on apporter trop de soins à cette opération qui est, avec la cuisson, l'opération principale, car, sans une pâte bien homogène, il ne peut y avoir de cuisson complètement satisfaisante. Aussi voit-on quelques fabricants employer des malaxeurs jumeaux, à couteaux ou à hélices.

Les terres malaxées sont prêtes au moulage; mais ici, le moulage à la main devient impossible avec une pâte aussi ferme, et il faut, de toute nécessité, recourir aux machines.

On pourrait naturellement fabriquer les tuiles, les briques creuses et les carreaux au moyen de *presses mécaniques*, auxquelles on conduirait directement la pâte malaxée, mais on préfère employer les *galetières*, ou *machines à étirer* que nous avons décrites plus haut, parce qu'elles ont l'avantage de donner, par un simple changement de filière, tous les produits céramiques de construction, briques pleines et creuses, carreaux, tuyaux, galettes à tuiles, etc.

Le *tablier à rouleaux* qui suit la filière amène les produits au *découpeur*, qui les débite à la longueur ou à l'épaisseur voulue. Les produits découpés n'ont besoin d'être ébarbés qu'exceptionnellement. Ils sont portés de suite aux séchoirs.

Là, les briques pleines et les carreaux sont *repressés* par une *presse rebatteuse*, qu'on fait aisément circuler à travers les lignes des séchoirs. Un ouvrier soumet chaque produit à la presse, et le remet à sa place, en prenant un produit brut à côté.

Quant aux galettes à tuiles, elles sont portées à des *presses mécaniques* mues à bras, au manège, ou à la machine, et qui les moulent suivant les formes voulues. Seulement ici, les moules ne peuvent être en plâtre, comme dans la fabrication en pâte molle, à moins que la terre ne soit assez humectée d'eau pour ne pas nécessiter de fortes pressions qui briseraient le plâtre dans les mâchoires de la pièce. Mais, le plus généralement, on est obligé de renoncer aux moules en plâtre, et le moulage se fait directement dans des moules en fonte.

On obtient ainsi l'avantage d'exercer sur la pâte la quantité de pression nécessaire pour l'obliger à remplir les parties les plus fines et les plus délicates du moule, dont elle reproduit tous les détails avec une irréprochable pureté. Seulement, comme la pâte ferme est encore assez humide pour adhérer au métal, on est obligé de graisser le moule avec de l'huile de goudron, qu'on étend à l'aide d'une brosse. Cette brosse présente, en même temps, cet avantage d'enlever les fragments de terre qui pourraient rester dans les creux du moule.

Les presses mécaniques donnent aux produits la pression, soit par choc, soit d'une manière continue et progressive. On préfère généralement le choc, à cause de sa rapidité. Toutefois la pression par choc a le grave inconvénient d'introduire des bulles d'air dans les produits, surtout si le choc est unique. Aussi est-il préférable d'établir des presses qui donnent trois chocs à courses *limitées* et *progressives*, ainsi que les construit M. Joly-Barbot, de Blois.

Les tuiles sont ébarbées au sortir de la presse et portées aux séchoirs.

Le séchage des produits en pâte ferme est naturellement moins long que celui des produits en terre molle.

Le fabricant et les constructeurs ont cherché à réunir en une seule machine tous ces engins afin de simplifier les opérations, de réduire le nombre des ouvriers, et de concentrer en un seul point de l'atelier la distribution de la force motrice. De là plusieurs dispositifs dont nous ferons connaître quelques-uns.

M. Joly-Barbot, constructeur de machines et fabricant céramiste à Blois, construit et emploie dans sa tuilerie de Saint-Lazare une *machine à étirer*, dont nous donnons une vue, pl. 2 : elle consiste en deux cylindres unis à axes horizontaux, qui écrasent les terres, et les livrent à deux hélices qui les malaxent et les poussent à travers une filière sur un récepteur à rouleaux, où un coupeur à fils les divise suivant les dimensions du produit. Cette machine suffit donc, en une seule opération, à écraser tous les corps durs, à laminer les terres, à les malaxer et à les mouler. Elle produit indifféremment des briques pleines ou creuses, des tuyaux, des tuiles, des moulures, des galettes pour tuiles à emboîtement, etc. Elle peut fournir de 1.500 à 2.000 briques à l'heure, suivant les dimensions des produits, la nature des terres, et la force motrice dont on dispose. En marche normale, il faut de 8 à 10 chevaux-vapeur, selon la terre employée.

Il suffit de 5 ouvriers pour conduire cet outil, savoir : 1 ou 2 hommes occupés à charger la terre dans la trémie; une femme ou un jeune homme au découpeur, et 2 ou 3 enfants, suivant la distance à parcourir, pour rouler les produits aux séchoirs.

Le découpeur à fils de cette machine se construit suivant deux types qui fonctionnent également bien : l'un divise les produits dans le sens de leur longueur; le second dans le sens de leur épaisseur; ils donnent des produits parfaitement lisses et sans laisser aucune trace de fils; ils peuvent être manœuvrés par un enfant, et coupent la terre dans sa marche qu'ils n'interrompent pas un instant.

Cette machine, complète, pèse 2.100 kilogr. et coûte 2.100 francs, y compris une *filière* de modèle courant et un *découpeur*. Chaque *filière* de modèle courant, en supplément, coûte 40 francs; les *filières* spéciales, ainsi que les *filières à graisseur*, pour briques pleines, sont vendues de 60 à 100 francs, suivant les dimensions et les difficultés d'exécution. Ces dernières *filières* à graisseur, pour briques pleines, seraient mieux dénommées des *filières à effet d'eau*. Car il se fait une injection d'eau dans l'épaisseur de ces *filières*. Cette eau, combinée avec la forme en ajutage de la filière, facilite le glissement de la pâte demi-dure, empêche les arêtes vives de s'érailler, lors de la sortie des produits, donne aux surfaces, ainsi qu'à toute la masse, une structure compacte bien préférable à la structure lamelleuse produite par les *filières* ordinaires.

Nous avons dit que cette machine exige une force de 8 à 10 chevaux. Si la force dont on peut disposer ne va pas jusque-là, on peut se contenter d'une machine semblable, mais plus petite, d'une force de

4 à 6 chevaux-vapeur, suivant la nature des terres. Elle pèse 1.050 kilogr. et vaut 1.600 francs sur plaque de fondation. Mais, établie sur bâti en fonte, elle pèse 1.200 kilogr. et se vend 1.700 francs. Sa production s'élève à 8 ou 10.000 briques par jour.

Cette dernière machine peut être mise en mouvement par un manège inhérent au bâti, et alors, elle pèse 1.400 kilogr. et coûte 1.900 francs, ou par un manège détaché, et, dans ce cas, le prix total est de 2.400 francs; le poids de la machine et du manège est de 1.700 kilogr. Cette disposition est préférable, car elle n'empêche pas d'approcher les terres, et de les tremper dans les fosses au pied même de la machine.

Cette machine à étirer, malaxant et moulant les terres en une seule et même opération, dispense généralement d'employer le *malaxeur proprement dit*. Toutefois il est des fabricants qui ont besoin de malaxer leurs terres avant de les livrer à la machine à étirer, soit parce qu'elles sont trop hétérogènes comme plasticité; soit parce qu'ils veulent, en préparant la terre à l'avance, rendre plus rapide et plus productif le travail de la machine à étirer.

Pour satisfaire à ces besoins, M. Joly-Barbot fabrique deux modèles de malaxeurs, à axe vertical. L'un a sa commande à la partie supérieure, et l'autre à sa partie inférieure. Cette dernière disposition est préférable, en ce qu'elle permet de verser directement la terre malaxée dans la machine à étirer. Dans ces malaxeurs, les lames armées de couteaux sont disposées en hélice, et contrarient le mouvement de descente de la terre, qui, arrivée en bas de la cuve, est poussée au dehors par une came. On peut enlever un panneau de la cuve pour procéder au nettoyage des lames. Ces malaxeurs exigent une force de 2 à 6 chevaux selon la terre à malaxer.

Ajoutons que lorsqu'on emploie ces malaxeurs, on modifie la construction de la machine à étirer, en écartant un peu plus les cylindres, et en y disposant des hélices à pas plus rapide, afin d'en augmenter le débit.

Les *presses mécaniques* dont se sert M. Joly pour transformer les galettes en tuiles à emboîtement, en faitières, etc., sont fixes ou mobiles à volonté, se meuvent à bras ou mécaniquement, ne dépensent qu'une force d'un demi-cheval, et sont à pression triple, c'est-à-dire que dans chaque révolution de l'arbre qui porte la came de pression, il se fait trois pressions successives et progressives suivies d'une dépression instantanée : sa puissance équivaut à une pression de 60 kilogr. par centimètre carré, le volant étant lancé à sa vitesse ordinaire de 60 tours

à la minute. On peut, du reste, augmenter cette puissance en employant un moteur. Cette presse, dont nous donnons une vue dans la planche 2, pèse 1.700 kilogr. et coûte 2.100 francs, compris une paire de moules à tuiles, et un moule à faitières grand modèle; les moules en supplément se vendent 150 francs la paire pour la grande tuile losangée à 13 au mètre carré, et 100 francs pour les faitières losangées.

M. Joly construit un petit modèle de cette presse qui est montée sur roues, dont la force est d'un quart de cheval seulement, et qui peut être mue à bras sans fatigue, ou commandée par un manège ou par une machine à vapeur; elle est, comme la précédente, à triple pression, et sa puissance mesurée à la romaine est égale à une pression de 40 à 50 kilogr. par centimètre carré, avec une vitesse du volant de 60 tours à la minute. Cette petite presse pèse 1.100 kilogr. et coûte 1.700 francs, compris une paire de moules à tuiles, et un moule à petites faitières. Le prix des moules en supplément est de 100 francs la paire pour les petites tuiles losangées à 24 au mètre carré, et de 90 francs pour les petites faitières losangées.

Les briques pleines et les carreaux de cette usine sont repressés dans des *presses rebatteuses à levier* dont nous donnons aussi le dessin dans la planche 2 : cette presse, montée sur roues, fournit 500 à 600 pressions à l'heure et possède une puissance de 5.000 kilogr., si l'on se contente d'appuyer légèrement sur l'extrémité du levier; mais, en opérant par choc, on peut obtenir une force de 30 kilogr. par centimètre carré. Elle ne pèse que 400 kilogr. et coûte 600 francs, y compris un moule.

M. Joly emploie une machine spéciale pour le moulage mécanique des tuiles plates à crochet sans emboîtement et à surface polie : cet outil, qui s'adapte aux machines à étirer décrites plus haut, ne prend aucune force, car c'est la galette elle-même qui imprime le mouvement aux cylindres, ainsi qu'on le voit par le dessin que nous en donnons; sa production est de 12.000 à 18.000 tuiles par jour; elle coûte 500 francs avec un tablier ébarbeur, un jeu de planchettes, et la filière spéciale. La planche 3 contient la vue de cette machine.

Nous terminerons cette description des machines construites et employées par M. Joly en faisant remarquer que cet outillage remarquable a valu à son auteur la médaille d'or à l'exposition universelle de Paris en 1878.

La maison Boulet frères, Lacroix et C^e, rue des Écluses-Saint-Martin,

à Paris, maison bien connue de tous les fabricants de céramique, construit depuis 1842 des machines à fabriquer des briques, des tuiles, des tuyaux, etc., en les appropriant à la nature des terres et à celle des produits à obtenir. La construction simple, robuste et économique de ces machines a valu bien des récompenses à cette maison dans les différentes expositions industrielles, et entre autres la médaille d'or à l'exposition universelle de 1878.

Le dispositif adopté généralement par cette maison consiste à grouper les unes auprès des autres les différentes machines reconnues convenables pour une fabrication donnée, à les faire commander par une machine à vapeur unique, et à les mettre en communication au moyen de toiles sans fin, versant les terres dans les trémies qui surmontent les divers engins. Ces machines indépendantes les unes des autres, offrent un double avantage : d'abord le fabricant peut choisir, parmi les nombreuses machines qui composent le catalogue de la maison Boulet, celles qui conviennent le mieux aux terres qu'il travaille; ensuite le remplacement des machines hors de service peut être opéré sans réformer les autres.

Pour la fabrication qui nous occupe, le dispositif adopté par la maison pour fabriquer par étirage comprend une paire ou deux de cylindres broyeurs à surface unie, un malaxeur et une machine à étirer, avec ses accessoires, tels que filières et chariots coupeurs, puis des presses à tuiles et des presses rebatteuses.

Les *cylindres broyeurs* se rapprochent à 0^m,001 lorsqu'une seule paire est suffisante, ou bien à 0^m,005 pour la première et 0^m,001 pour la seconde, lorsque deux paires sont nécessaires.

Le *malaxeur*, dont nous donnons le dessin dans la planche 4, est à arbre vertical portant 8 ailettes qui malaxent les terres; sa force est de 4 chevaux, et il peut débiter dans une journée de 10 heures, un volume de 20 à 30 mètres cubes suivant la nature des terres : il pèse 2,000 kilogr. et coûte 2.200 francs. La poulie qui le met en mouvement a 1^m,00 de diamètre et 0^m,21 de largeur, et doit faire 120 tours par minute.

La *machine à étirer* qui reçoit la terre malaxée présente plusieurs dispositions.

Elle peut être *double*, et se compose alors de deux chambres à compression, de deux filières, de deux chariots coupeurs, et de deux trémies supérieures dans lesquelles une toile sans fin verse la terre. Cette machine n'exige qu'une force de 2 chevaux; elle pèse 2.100 kilogr. et coûte 2.800 francs y compris deux filières et deux chariots à

galettes, ou bien deux filières à tuyaux ou briques creuses, et deux tabliers découpeurs. Sa production, en 10 heures de travail, est de 7.000 galettes pour tuiles, de 21 au mètre carré; ou de 4.000 galettes pour tuiles de 13 au mètre; ou, enfin, de 8 à 10.000 briques creuses de $0.22 \times 0.11 \times 0.066$.

La seconde disposition comporte des *rouleaux propulseurs*. Dans ce cas, les ailettes inférieures du malaxeur chassent la terre malaxée, par une porte inférieure, entre deux cylindres propulseurs qui la refoulent dans la boîte à compression et de là dans la filière d'où elle sort d'une façon continue sous forme de brique pleine ou creuse, de galettes à tuiles et à carreaux de toutes grandeurs. Cette machine, que nous reproduisons dans la planche 4, a une force de 2 à 4 chevaux; elle produit par jour 7.000 à 7.500 galettes à grandes tuiles de 13 au mètre carré, et coûte 3.200 francs.

La même maison construit aussi une *machine à étirer et à comprimer* qui se compose d'une machine à étirer ordinaire et de sa filière, puis d'une presse à piston vertical actionné par une came donnant trois pressions par tour sur chaque produit : cette machine, qui produit de 2.500 à 3.000 tuiles de 21 au mètre carré, est d'une force de 2 chevaux seulement; elle pèse 2.500 kilogr. et coûte 3.500 francs.

Parmi les nombreux engins construits par la maison Boulet frères, Lacroix et C^e, nous citerons encore sa *presse à friction* pour grands produits tels que tuiles de 10 à 15 au mètre carré, tuiles de rive, faitières, et arêtières de 0^m.50 de longueur; nous la représentons dans la planche 5; cette presse peut donner sur chaque produit le nombre de pressions reconnu nécessaire. D'une force d'un cheval seulement, elle peut néanmoins donner une pression de 100.000 kilogr. et fournir 2.500 à 3.000 grandes tuiles en une journée de 10 heures. Elle pèse 2.500 kilogr. et coûte 3.200 francs.

Lorsque les cylindres broyeurs, le malaxeur vertical et la machine à étirer par propulsion fonctionnent ensemble dans une usine et sont reliés entre eux par des toiles sans fin, cet ensemble de machines n'exige qu'une main-d'œuvre relativement faible, car il suffit de deux ouvriers, de trois au plus, pour les alimenter et pour fabriquer par jour une dizaine de mille de briques pleines.

Machine à boisseaux, dite « Revolver ». — Outre les machines à briques et à tuiles, la maison Boulet construit encore des machines pour fabriquer des produits spéciaux. Nous citerons, entre autres, sa machine à boisseaux, dite « Revolver », qui permet de fabriquer écono-

miquement des boisseaux, avec ou sans emboîtement, des wagons, des ventouses, etc., de différents diamètres.

Cette machine, représentée dans la planche 5, est installée sur un faux plancher, élevé de 2^m.50 au-dessus du sol. Elle se compose d'une plaque horizontale en fonte, sur laquelle sont fixés deux montants verticaux en fer, qui supportent, à leur partie supérieure, une forte traverse en fonte. Au-dessus de cette traverse, se trouve le mécanisme qu'on met en mouvement au moyen d'une manivelle.

L'un des montants verticaux de la machine forme l'axe de rotation de deux cylindres en fonte, verticaux, accouplés ensemble, et qui servent à recevoir la terre humide destinée à la fabrication des produits.

Le mécanisme fait descendre et monter une crémaillère, à la partie inférieure de laquelle est fixé un piston qui, en descendant, vient presser la terre contenue dans le cylindre, et la chasser dans la filière où elle se comprime.

Lorsqu'on veut faire des tuyaux ou des boisseaux à emboîtement, le dessous de la filière reçoit un moule qui présente la forme de l'emboîtement à obtenir, et qui est retenu à la filière par des crochets qu'on manœuvre avec un levier.

Lorsque la terre, poussée par le piston, a rempli le moule, on décroche ce dernier, et, le piston continuant son mouvement, le produit descend verticalement, en prenant la forme circulaire ou carrée de la filière.

Le boisseau est soutenu par le plateau du moule, installé lui-même sur une tige verticale dont le poids est équilibré, au-dessous du sol, par deux contre-poids dont les cordes, enroulées sur deux poulies, sont attachées à la partie inférieure de la tige.

Lorsque le boisseau a atteint la longueur voulue, on le coupe au moyen d'un fil de fer monté sur un châssis mobile qu'on manœuvre à la main, et on l'enlève, en ayant soin de maintenir, avec la pédale, la tige du plateau. Puis, on lâche la pédale, et le plateau, remontant naturellement sous l'action des contre-poids, vient reprendre sa place primitive sous la filière, à laquelle on le fixe au moyen de crochets. On procède alors à la fabrication d'un nouveau boisseau.

Quand on a épuisé la terre d'un cylindre, on remonte rapidement le piston au moyen d'un débrayage; puis, un mouvement de rotation d'un demi-tour fait tourner les deux cylindres autour de leur axe commun, de façon que le cylindre vide est remplacé par l'autre, qu'on a soin de remplir de terre avant la rotation. C'est précisément ce

mouvement des cylindres qui a fait donner le nom de *revolver* à cette machine.

On conçoit qu'il suffit d'un simple changement de filière pour faire à volonté des boisseaux, des wagons, des ventouses, etc.

Cette machine présente de réels avantages sur les autres machines à boîte carrée. D'abord le remplissage du cylindre est plus commode, et se fait sans interposition d'air. Ensuite, il n'y a nul arrêt, nul temps perdu, de sorte que la production est presque doublée, et qu'avec deux ouvriers seulement, cette machine peut fabriquer environ de 600 à 800 pièces par jour.

Le prix, sans filière, est de 2.500 francs, et le poids, de 2.500 kilogr. environ.

Les maisons Joly, de Blois, et Boulet, de Paris, ne sont pas les seules qui construisent des appareils à fabriquer la céramique de construction. La maison Chambrette-Bellon, à Bèze (Côtes-d'Or), s'est fait aussi une spécialité de ce genre de machines, telles que cylindres à vis ou à balancier, galetières avec ou sans cylindre, presses à bras ou à moteur. Nous citerons surtout sa *grande machine à briques* composée d'une trémie supérieure, d'une paire de cylindres broyeurs, de malaxeurs jumeaux coniques, enfin d'un réservoir métallique inférieur où fonctionnent deux cames à pression qui pressent alternativement la terre malaxée dans la filière où elle prend les formes voulues. Tous ces engins sont superposés et ne forment en réalité qu'une seule machine, la terre descend successivement de la trémie dans les cylindres, puis dans le malaxeur et enfin dans le réservoir à filière.

Les deux cylindres broyeurs ont naturellement leurs axes horizontaux, leur diamètre mesure 0^m,42. — Les malaxeurs jumeaux sont coniques et leurs arbres sont munis de 6 grands couteaux malaxeurs et de 20 petits couteaux diviseurs. Il ne faut qu'une force de quatre chevaux $\frac{1}{2}$, vapeur pour mettre en mouvement cette machine qui, malgré sa production intermittente, fournit encore par jour 16.000 briques de 0.23×0.11 .

Nous citerons encore une autre importante maison, celle de M. Pinette, à Châlon-sur-Saône; elle construit toute espèce d'outillage pour tuileries et briqueteries : des tailleuses à terre, des cylindres broyeurs, des malaxeurs, des machines à galettes, des presses à bras, des presses à tuiles, à briques, à carreaux, des machines à briques, à

drains, à tuyaux, des mélangeurs à huile pour graissage, des couteaux ébarbeurs, des filières de toutes formes, etc.

Avantages et défauts de ce procédé. — Nous avons exposé la méthode de fabrication en terre ferme ou demi-dure; examinons-en maintenant les qualités et les défauts en les comparant à ceux de la méthode en pâte molle.

La méthode en pâte ferme a tout d'abord une infériorité sur l'autre; c'est qu'elle exige des machines beaucoup plus fortes, et d'autant plus fortes que la pâte est plus ferme: le malaxeur se meut plus difficilement à travers cette masse consistante, et la mélange avec plus de difficulté; cependant si l'on mesure avec soin la force du malaxeur et celle des couteaux à la résistance de la terre, on arrive à produire une pâte bien malaxée et bien homogène: mais, à tout prix, il ne faut pas se contenter d'à peu près dans le malaxage, il faut l'obtenir parfait sous peine de perdre ses produits au séchage et à la cuisson.

En somme, jusqu'à la galetière, la pâte bien cylindrée et malaxée est généralement satisfaisante; mais lorsqu'après avoir été comprimée dans la galetière, elle s'étire à la filière, il se produit infailliblement le phénomène que nous avons signalé plus haut, nous voulons parler du feuilletage, inséparable de tout passage à la filière et qui s'accuse d'autant plus que la pâte est plus desséchée et plus ferme, c'est-à-dire moins plastique. La masse terreuse se divise en plaquettes qui glissent les unes sur les autres, et prend l'apparence lamellaire du schiste, en perdant en même temps la soudure que le malaxage lui a fait acquérir.

Mais la presse est là pour lui restituer sa soudure; car la terre qui contient une addition de 20 pour cent d'eau possède assez de plasticité pour que les fortes pressions et même les chocs répétés de la presse compensent à très peu près ce qui pourrait manquer d'eau et ressoude suffisamment la pâte. On peut donc affirmer qu'au sortir des presses, les produits en terre ferme ont acquis une ressoudure satisfaisante, et qu'une cuisson suffisamment forte ne fera que la fixer par le durcissement des particules bien enchevêtrées.

Mais l'incontestable supériorité de cette méthode réside dans la remarquable beauté des produits obtenus au moulage: car la terre ferme, grâce à sa consistance, grâce aussi à l'énorme pression qu'elle exige pour se mouler, épouse dans ses plus minces détails toutes les finesses du moule en fonte, et en sort avec des arêtes nettes et vives, avec des faces bien polies, avec une texture fine, serrée, qui réduit à

peu de chose la porosité, et qui plus tard, après une forte cuisson, laissera peu de prise à la gelée.

Joignez à ces qualités une diminution dans la durée du séchage, une réduction correspondante dans les hangars ou dans les séchoirs, et puis, par une conséquence naturelle, une production annuelle sensiblement augmentée, et vous aurez une idée des avantages obtenus par cette méthode.

6. — FABRICATION EN PÂTE DURE

Description générale. — Les résultats remarquables qu'on avait réalisés en travaillant en terre ferme parurent bientôt insuffisants. Quelques fabricants se dirent que les qualités nouvelles des produits céramiques étant dues principalement à l'élimination partielle de l'eau de fabrication, il valait tout autant aller jusqu'au bout dans cette voie, c'est-à-dire supprimer toute addition d'eau de fabrication, se contenter de l'humidité naturelle aux terres sortant de la carrière, et même la diminuer si elle était trop grande, en l'absorbant au moyen de ciment, de briques broyées ou de terres sèches mélangées avec l'argile.

Les premiers qui s'engagèrent dans cette voie se rendirent bien compte des difficultés qu'ils devaient rencontrer pour broyer, malaxer, et façonner convenablement une terre aussi dure, mais ils comptèrent les vaincre avec des machines plus puissantes, donnant des pressions beaucoup plus fortes, et ils espéraient bien que la beauté, la dureté, le poli, la résistance et l'économie qu'ils allaient réaliser dans le séchage de leurs produits les dédommageraient amplement des difficultés de la préparation des terres.

Bien que poussé à sa limite extrême, ce raisonnement ne manquait pas de justesse; prenez en effet des terres argileuses, ne renfermant que leur eau de carrière ou de composition; supposez-les choisies, composées et dosées expérimentalement au point de vue d'une cuisson à une haute température, puis parfaitement mélangées et malaxées, enfin moulées sous d'énergiques pressions, bien séchées, et ayant supporté sans se déformer ni se fondre une haute température de cuisson, vous obtiendrez certainement un produit de bonne qualité, car toutes les conditions voulues se trouvent remplies; mais aussi toutes ces conditions sont nécessaires; aucune d'elles n'est indifférente, et ne doit être négligée, pour si peu que ce soit; en un mot,

cette méthode exige du fabricant une connaissance profonde du métier, une science au moins égale à celle des fabricants en pâte molle, une attention de tous les instants, pour être assuré qu'aucune opération ne laisse à désirer. Le succès est au bout, mais il est à ce prix.

Dans cette méthode, difficile entre toutes, les terres extraites de la carrière s'améliorent toujours en subissant, comme dans les autres méthodes, le concassage à la machine, le délitage et le pourrissage en plein air; puis on opère le mélange dosé des terres, et au lieu de les faire tremper dans des fosses avec de l'eau, on les porte immédiatement aux cylindres broyeurs et ensuite au malaxeur.

On vient facilement à bout du broyage au moyen d'une série de cylindres dont les formes et l'espacement varient avec l'avancement du travail, ainsi que nous l'avons vu faire dans la fabrication en pâte ferme; mais le malaxage d'une terre aussi dure est, sinon impossible, du moins fort difficile, et demande un malaxeur d'une puissance considérable.

Le *malaxeur vertical à ailettes* de la maison Boulet, les *malaxeurs jumeaux* avec couteaux nombreux et contrariés de la maison Chambrette-Bellon, ne sont pas de trop dans cette fabrication: ces deux maisons les construisent en en graduant les forces d'après la nature des terres: ces malaxeurs à couteaux donnent des résultats très satisfaisants.

D'autres fabricants ont reculé devant la force exigée par ces malaxeurs, et ont entrepris de leur substituer des cylindres. C'était une grande erreur. Ainsi que nous l'avons expliqué déjà, le cylindrage n'est qu'un broyage, un écrasage de matières, mais il ne peut pas opérer le mélange intime et homogène des terres. On aura beau faire agir une série de cylindres les uns après les autres, on n'arrivera jamais qu'à produire une pâte à texture schisteuse, mal liée et mal soudée.

Cela se comprend aisément: lorsqu'on ramasse à la pelle les terres mélangées en cavalier, et qu'on les fait passer dans la première paire de cylindres, les grumeaux non désagrégés et de nature diverses qui composent ces terres s'écrasent entre les cylindres et se débitent en un long ruban sur lequel ils s'accusent en large taches de couleurs différentes. Ces rubans, une fois formés, vont repasser dans une ou plusieurs paires de cylindres, mais ils ont une tendance invincible à conserver indéfiniment leur forme rubanée.

Ces feuilles, en se laminant de nouveau, peuvent bien se superposer, s'appliquer même avec une certaine adhérence les unes sur les

autres, mais les larges taches dont nous avons parlé restent inhérentes à chaque feuillet et ne constituent qu'une superposition de plaques de natures et de densités différentes, au lieu de ce mélange intime, de cet enchevêtrement pour ainsi dire moléculaire, que produit le malaxeur bien compris et bien exécuté.

Les cylindres ne sauraient donc remplacer les malaxeurs; il est vrai qu'on leur a donné des cannelures et des diamètres différents, afin que deux circonférences correspondantes, tournant avec des vitesses différentes, laminent la terre en l'arrachant en même temps; l'arrachement est réel, mais il est insuffisant, et la forme feuilletée domine toujours trop: on reste encore bien au-dessous du malaxeur.

Un habile fabricant de Roanne, M. Dumont, et, après lui, d'autres fabricants, ne voulant pas abandonner les cylindres, qui demandent moins de force que les malaxeurs, ont eu l'idée de faire succéder à une paire de cylindres broyeurs, une paire de grands cylindres malaxeurs de 0^m,72 de diamètre et 0^m,04 d'épaisseur, percés d'une infinité de trous coniques de 0^m,006 à la partie extérieure, et de 0^m,010 à la partie intérieure. Les deux cylindres broyeurs ont 0^m,46 de diamètre et 0^m,50 de long; leur surface est unie, et ils marchent à des vitesses différentes. Après avoir écrasé la terre et les corps durs qu'elle contient, ils la laissent tomber entre les deux cylindres troués qui se touchent presque, et qui la forcent à passer par leurs trous coniques pour en sortir et tomber dans l'intérieur à l'état vermiculaire.

Certainement le malaxage au moyen de cylindres percés de trous a été un grand progrès sur celui des cylindres unis ou cannelés, car il a supprimé en grande partie la constitution lamellaire produite par ces derniers, mais il ne l'a remplacée que par une texture grenue ou grumeleuse qui ne vaut pas encore la texture fine et serrée que nous proposons plus haut comme le dernier mot du malaxage, et que le malaxeur à couteaux lui-même ne réalise peut-être pas encore avec toute la perfection désirable.

La terre dure, une fois malaxée, est soumise aux mêmes manipulations que la pâte tendre, et passe par la même série de machines, mais plus puissantes, savoir: la galetière, les filières, les chariots graisseurs et découpeurs, les presses mécaniques avec moules en fonte, les presses rebatteuses, toutes machines que nous avons décrites plus haut, et que nous ne décrirons plus ici: arrêtons-nous toutefois un instant sur l'effet des filières.

Nous savons déjà que tous les corps qui passent à la filière se divisent en lames superposées qui glissent les unes sur les autres en for-

mant un feuilletage analogue à celui d'un livre. Cet effet, qui est à peine sensible pour une pâte molle, s'accroît davantage avec une pâte ferme et davantage encore avec une pâte dure. La première pâte se ressoude bien sous les presses, grâce à l'excès d'eau de fabrication qu'elle contient et qui lui assure une grande plasticité; la pâte ferme fournit encore assez d'eau de fabrication et une plasticité suffisante pour qu'une forte pression des presses mécaniques lui restitue sa soudure; mais la pâte dure est bien sèche et bien peu plastique; aussi est-il urgent que les presses agissent par chocs violents et répétés pour la souder fortement, sans quoi tous ces feuillets se lèveront à la cuisson, et produiront dans l'intérieur des tuiles ces vides lamellaires qui plus tard, sur les toitures, attireront et fixeront l'eau, de sorte qu'à la première gelée, les tuiles tomberont par écailles et ruineront la couverture.

Quant au séchage, il se réduit, dans cette méthode, à peu de chose; deux ou trois jours au plus suffisent à l'évaporation du peu d'eau qui reste, quelquefois même on va porter directement les produits de la presse au four; c'est là surtout que réside le grand avantage de cette méthode.

Nous n'avons pas dissimulé les difficultés de la fabrication en terre dure; elles sont réelles, mais non pas insurmontables; les fabricants consciencieux qui, les premiers, ont voulu tenter cette fabrication, ont vu le succès couronner leurs efforts; c'est qu'ils ont su choisir, doser, malaxer, comprimer et cuire fortement leurs terres; de là des produits à surface lisse et polie, d'une grande dureté, impénétrables à l'eau par leur porosité presque nulle, résistant bien par conséquent à la gelée.

Malheureusement, certains industriels ont voulu aller plus loin encore, sans réfléchir que plus loin, c'était l'abîme. En voyant que l'élimination de l'eau de fabrication, loin d'être un obstacle à l'industrie céramique, ne faisait qu'en simplifier les manipulations, et en augmenter considérablement la production, ils conclurent sans doute que toute plasticité était inutile en cette industrie, et qu'il suffisait de prendre au hasard une terre quelconque, d'en broyer les corps durs, de confier ensuite la pâte à la galetière, aux filières, aux presses et aux fours, pour obtenir, comme leurs devanciers, des produits parfaits. C'est ce qu'ils firent en effet sans vergogne.

On vit s'élever de nombreuses fabriques aux abords de carrières puissantes auxquelles on ne demandait qu'une terre argileuse chargée d'oxydes de fer pour colorer les produits en rouge; on s'inquiétait

peu d'ailleurs que cette terre contient, en même temps et en grande quantité, des matières nuisibles, telles que des silex, des carbonates de chaux, etc. Or elle en contenait souvent, surtout dans certaines départements de l'Est. Cette terre mauvaise, et fusible au feu, n'était jamais amendée, encore moins soumise au pourrissage : tout cela prenait trop de temps. On l'amenait à la hâte au pied des machines et on la faisait broyer et malaxer par deux ou trois paires de cylindres qui ne faisaient naturellement qu'écraser et laminer tous ces grumeaux hétérogènes. Ce long ruban de terre bariolée de toutes couleurs, au lieu de passer au malaxeur, se rendait directement à la galetière dont le piston le comprimait en le poussant dans la filière. Mais celle-ci lui rendait aussitôt son feuilletage à peine atteint par le piston. Puis les coups de béliet de la presse serraient ensemble tous ces plis et replis, et on portait le tout au four.

La cuisson mettait le comble au comique de cette fabrication ; une terre ainsi chargée d'oxyde de fer, de carbonate de chaux et d'autres matières impures, se déformait bientôt et entraînait en fusion bien avant d'être cuite ; pour éviter les déformations, force était d'arrêter le feu bien avant la cuisson complète des produits. On ne s'en plaignait pas d'ailleurs, loin de là, car on trouvait à cela double avantage ; d'abord on économisait du combustible, ensuite on obtenait des produits que l'oxyde de fer, à cette basse température, colorait d'un beau rouge de sanguine.

Le public vint en aide à ces industriels : il s'éprit d'engouement pour ces tuiles brillantes et bien polies, aux couleurs vives, aux dessins en relief, qui décoraient gaiement les toitures. Bientôt les architectes firent chorus avec le public, puis vinrent les ingénieurs, les Compagnies de chemins de fer, les grandes administrations ; tout le monde y passa ; ce fut une vogue universelle. On voulait des tuiles rouges, rien que des tuiles rouges ; mais on les voulait sans nuances aucunes, sans aucune tache. Hélas ! il était trop facile de les livrer toutes d'un même ton bien uniforme ; il fallait cuire si peu pour cela. Ce fut un beau temps pour la pâte dure.

Mais le réveil fut terrible. La pluie faisait lentement son œuvre sur cette tuile mal cuite ; il lui avait fallu quelque temps pour mordre à ces surfaces lisses, point poreuses, fortement serrées par les coups des presses ; mais, une fois la surface atteinte, l'eau eut tôt fait de détremper toute cette pâte à peine cuite, de la ramollir, de pénétrer dans les nombreuses cavernes du feuilletage, de s'y loger, et, les gelées survenant, de faire éclater en écailles toutes ces belles couvertures.

Ce fut alors une autre chanson : le public cria qu'il était volé, de nombreux et graves procès furent soulevés : les entrepreneurs et les architectes, voyant engagée leur responsabilité, se retournèrent contre les fabricants ; il fallut rendre gorge. Mais un malheur n'arrive jamais seul : au commencement de l'année 1880, un grand entrepreneur de couvertures, M. Laubiére, publia une brochure qui acheva la déroute de tous ces pseudo-fabricants. Toutefois cette brochure a dépassé le but, ainsi que nous l'expliquerons plus loin.

7. — COMPARAISON DES TROIS MÉTHODES PRÉCÉDENTES

Les développements que nous avons donnés sur les trois modes de fabrication, en pâte molle, en pâte ferme, et en pâte dure, nous permettront d'en dégager aisément la comparaison.

Et, tout d'abord, nous pouvons conclure au principe suivant : Toute terre argileuse, composée de telle sorte qu'après un malaxage convenable, elle puisse supporter une cuisson élevée sans se déformer ni se fondre, ne peut donner que de bons produits, et cela, quelque soit la méthode de travail, en pâte molle, en pâte ferme ou en pâte dure.

Toute la différence entre les trois procédés de fabrication se réduira uniquement à la difficulté plus ou moins grande du malaxage, et à la production plus ou moins abondante du feuilletage.

Or le malaxage, très facile en pâte molle, est déjà moins facile en pâte ferme, et devient très difficile en pâte dure, très difficile mais non impossible. Nous avons passé en revue, plus haut, les malaxeurs perfectionnés et puissants qui permettent d'obtenir un malaxage efficace avec les terres les plus fermes.

Quant au feuilletage, il existe pour toutes les pâtes dures ou tendres qui passent à la filière ; mais le ressoudage à la presse, facile en pâte molle, devient de plus en plus difficile à mesure qu'on diminue l'eau de fabrication. Or nous avons décrit les presses puissantes dont les chocs répétés permettent de restituer sa soudure à la terre, en compensant par la force de la pression ce qui lui manque en eau de fabrication. Cependant il y a encore des perfectionnements à apporter aux galetières et il serait bien désirable que, pour les tuiles surtout, on arrivât à porter directement la pâte du malaxeur à la presse sans passer par la filière.

Le séchage présente d'assez grandes différences entre les trois méthodes. C'est surtout pour économiser du temps et des bâtiments

qu'on a mis tant d'ardeur à chercher des procédés et des machines qui permettent d'éliminer autant que possible cette eau de fabrication qu'on a tant de peine ensuite à expulser au séchage.

Quant à la cuisson, elle est la même pour les trois modes de fabrication; elle doit être poussée à une température très élevée, surtout pour les produits en terre dure, afin que la forte cuisson vienne encore s'ajouter aux fortes pressions pour compenser ce qui leur manque en soudure et en homogénéité. D'ailleurs, on sait que tout produit insuffisamment cuit se délaye à l'eau de pluie, gèle et tombe en poussière sous l'action des gelées.

Voilà pour la fabrication : comparons maintenant les produits obtenus par les trois méthodes.

Les briques pleines et les carreaux, du moment qu'on les soumet aux presses rebatteuses, présentent les mêmes qualités dans les trois modes de fabrication, pourvu que la cuisson ait été poussée au même degré.

Mais il n'en est plus de même pour les tuiles, car elles ne sont plus rebattues après leur moulage à la presse. C'est donc le moulage qui leur donne leur forme définitive.

Or les tuiles en pâte tendre, n'adhérant pas au plâtre, sont moulées naturellement dans des moules en plâtre coulés dans des presses en fonte. Mais, comme une forte pression briserait ces moules, on est forcé d'opérer par pression faible. Aussi la tuile, peu pressée, et d'ailleurs peu consistante, ne peut prendre ni conserver l'empreinte vive du moule; les arêtes sont molles, arrondies, grossières; en revanche, toute la pâte est bien soudée, bien homogène, supérieure, sous ce rapport, aux tuiles en terre dure; malheureusement, le séchage et la cuisson, en évaporant la grande quantité d'eau qu'elles renferment, les laissent poreuses à l'intérieur, rugueuses à l'extérieur, fort disposées, par conséquent, à absorber et à retenir l'eau et les poussières, qui bientôt produisent et alimentent ces végétations moussues qui impriment un aspect si désagréable aux toitures.

Les tuiles en pâte ferme ou en pâte dure, au contraire, ne peuvent plus être moulées dans des moules en plâtre qui se briseraient sous les fortes pressions et sous les chocs de la presse; aussi les moule-t-on dans des moules en fonte qui n'ont rien à redouter des chocs, et alors on peut faire agir des presses très puissantes qui exercent sur les tuiles des pressions par chocs de plus de 60 kilogr. par centimètre carré. Les tuiles obtenues ainsi ont leurs arêtes bien nettes, leurs faces polies; elles reproduisent avec un fini parfait toutes les délicatesses du moule,

leur tissu est serré, leur porosité presque nulle; de sorte que si on les a cuites à une température élevée, elles conservent indéfiniment, sans verdier, leur nuance de cuisson, la pluie ne pouvant arriver à pénétrer dans cette pâte fine et dure.

Et maintenant notre conclusion sera la suivante. En présence de l'énorme difficulté qu'on éprouve encore, dans la méthode en pâte dure, à malaxer la terre et à éviter un feuilletage parfois compromettant, les fabricants agiraient sagement en abandonnant cette méthode, et en revenant, pour un temps, non pas à la pâte molle, mais à la pâte ferme, c'est-à-dire en limitant le trempage de la terre au point précis où l'on est obligé d'abandonner le moulage au plâtre pour le moulage à la fonte.

Ils y trouveraient cet avantage inappréciable d'être assurés d'un malaxage plus facile et plus parfait, et de réduire le feuilletage à une proportion qui n'aurait rien de menaçant. Leurs produits retiendraient de la méthode en pâte molle la bonté de la soudure, une homogénéité parfaite, et de celle en pâte dure la finesse du tissu, la netteté des arêtes, le poli des surfaces, une porosité presque nulle.

Joignons à cela qu'ils conserveraient toutes les manipulations, si faciles et si simples, de la méthode en pâte dure, et que, pour opérer cette transformation de méthode, ils n'auraient aucune machine à changer; ils n'auraient guère qu'à diminuer leur dépense de force en chevaux-vapeur. Et le séchage? dira-t-on. Ah! sans doute, il faudra peut-être un peu plus de temps pour sécher les produits, et, par suite, plus de surface et plus d'étagères dans les séchoirs. Mais aussi, n'est-ce rien que la certitude absolue de livrer toujours des produits irréprochables et de premier choix, qu'on peut toujours garantir contre les actions des pluies et des gelées?

D'habiles praticiens prêchent cette transformation; à l'heure actuelle, elle est dans l'air. D'ailleurs, beaucoup de fabricants ont toujours pratiqué la fabrication en pâte ferme, et beaucoup d'autres s'y rallieront certainement dans un avenir prochain.

Hâtons-nous d'ajouter, d'ailleurs, que, dans notre esprit, cet abandon de la pâte dure n'aurait qu'un temps, celui de chercher et de découvrir une méthode et des machines qui permettraient de traiter la pâte dure avec toute la perfection désirable.

Disons, à ce propos, qu'à l'apparition du broyeur Carr (*Carr's desintegrator*), on avait espéré qu'il pourrait rendre de grands services à la fabrication en pâte dure, en réduisant promptement les terres en une poudre fine qu'on n'aurait plus qu'à porter aux presses. Malheu-

reusement cette machine, si ingénieuse du reste, ne peut fonctionner qu'avec des substances dures ou tendres, mais sèches; ce qui exclut de son cercle d'action les terres toujours humides de la méthode dont il s'agit.

D'ailleurs l'usure rapide de cette machine, jointe à l'énorme force motrice qui lui est nécessaire, la rend inapplicable, jusqu'à nouvel ordre, à l'industrie de la céramique du bâtiment.

C'est ici le lieu d'exprimer notre opinion sur la brochure de M. Laubière, dont nous avons déjà dit quelques mots : cette opinion, d'ailleurs, se dégage de tout ce qui précède.

Nous sommes de son avis, lorsqu'il signale les graves difficultés de la fabrication en pâte dure.

Nous sommes encore avec lui quand il poursuit de son blâme énergique les pseudo-fabricants en pâte dure qui, sciemment ou non, ont inondé, durant trop d'années, l'industrie du bâtiment de leurs tuiles mal composées, mal travaillées et mal cuites.

Mais nous nous séparons de lui, lorsqu'il fait remonter au mode même de fabrication en terre dure l'origine et la cause de ces produits déplorables, lorsqu'il affirme que cette méthode ne peut donner que de mauvais produits, lorsqu'il proclame qu'à la pâte tendre, seule, appartient la possibilité de fabriquer de bonnes tuiles, lorsqu'enfin il résume ainsi qu'il suit les règles qui doivent diriger l'architecte en ses commandes :

- « 1° Exiger la fabrication dite en pâte tendre ;
- « 2° Exiger une forte cuisson ;
- « 3° Aller de préférence aux maisons déjà anciennes, ayant des procédés de fabrication éprouvés, des produits ayant fait un long usage ;
- « 4° Ne donner de valeur aux garanties que si ces garanties reposent sur des faits. »

Cette règle de l'acheteur en quatre articles est à la fois un brevet d'infailibilité décerné à la pâte tendre, et la condamnation sans appel de toute fabrication en pâte ferme. Hors de la pâte tendre, il n'y aurait donc pas de salut pour le tuilier ?

M. Laubière oublie-t-il donc qu'il est tout aussi facile de fabriquer de mauvaises tuiles en pâte molle qu'en pâte dure ? il suffit pour cela de mal composer ses terres, ou de les cuire insuffisamment. Nous ne voulons mêler aucun nom à cette discussion, mais il doit savoir que, parmi les fabricants en *terre dure* de l'un de nos départements du Nord, il en est un dont les tuiles ont toujours défié toutes les gelées, et qui,

depuis vingt ans, est le fournisseur attitré de l'une de nos grandes compagnies de chemins de fer.

D'autre part, à côté de tuiles irréprochablement fabriquées en pâte molle, on cite, à l'heure présente même, bon nombre de toitures gelées et tombées en poussière dans cette partie même de la Bourgogne où s'est conservée la fabrication en terre tendre.

Que devient dès lors l'infailibilité des tuiles en pâte molle?

M. Laubiére a dépassé le but; il aurait dû se souvenir que toutes les industries traînent après elles une queue de mauvais fabricants; que la fabrication en pâte molle n'est pas plus exempte des malfaçons conscientes ou inconscientes que ne le sont la pâte ferme et la pâte dure; que les trois procédés présentent à leur actif bon nombre d'honorables fabricants, pleins de science et d'expérience, qui ne livrent que de bons produits, et qui sont prêts à les garantir contre l'action des pluies et des gelées.

Aussi n'hésitons-nous pas à nous adresser à notre tour aux architectes, aux ingénieurs, aux entrepreneurs et à leur dire :

N'acceptez que les tuiles bien malaxées et fortement cuites, quel que soit le mode de fabrication;

Ne vous adressez qu'à des maisons solvables, connues depuis longtemps, et garantissant leurs produits contre les effets des pluies et des gelées.

L'application de ces règles, moins exclusives et plus équitables, suffira largement à rendre la confiance aux uns, la sécurité aux autres, et à stimuler les actives recherches des spécialistes intelligents qui ont déjà réalisé tant de perfectionnements dans les procédés céramiques.

8. — FABRICATION EN PÂTE SÈCHE

Dans les trois méthodes précédentes, on met toujours à profit la plasticité de l'argile, en l'additionnant d'eau ou en se contentant de son humidité naturelle; mais, dans la fabrication en terre sèche, on élimine complètement l'eau, et on remplace la plasticité par de fortes pressions.

Cette méthode n'est pas nouvelle. Vers l'année 1819, Mollerat fabriquait déjà des briques avec une pâte d'abord séchée et réduite en poudre, puis légèrement humectée d'eau, ensuite fortement comprimée dans des moules métalliques, et enfin portée directement au four, sans avoir à subir un séchage inutile.

Le procédé n'a guère varié depuis cette époque ; c'est qu'en effet il ne présente pas d'avantages assez réels pour qu'on ait cherché bien activement à perfectionner cette méthode, dont voici la description.

Il faut tout d'abord sécher la terre au degré nécessaire pour qu'on puisse la broyer en poudre. On n'y parvient guère, dans une fabrication en grand, que dans des chambres chauffées à un cinquantaine de degrés, au moyen de calorifères ou de la chaleur perdue des fours. Cette terre est ensuite broyée par des meules ou des cylindres verticaux qui tournent dans une auge circulaire. Puis on la mélange à la pelle et on l'humecte légèrement, comme toutes les poudres qu'on se propose d'agglomérer ; toutefois il est assez difficile de maintenir à une juste mesure cette humidification artificielle. M. Lacroix, de la maison Boulet frères, y parvient, en faisant arriver de la vapeur naturelle à 100 degrés dans la partie inférieure d'un cylindre à travers lequel tombe la poudre divisée.

La terre ainsi humectée est portée aux machines à mouler : ce sont des presses hydrauliques ou des presses semblables à celles qui servent à la fabrication en pâte ferme, seulement elles ont besoin d'être beaucoup plus fortes et plus solides que pour la pâte dure, ce qui les rend fort coûteuses. Après le moulage vient immédiatement la cuisson, qui n'offre rien de particulier.

Ainsi cette méthode, tout en conservant le séchage, emploie des machines plus coûteuses. Aussi n'est-elle pas avantageuse au fabricant. Ajoutons qu'elle présente un vice inhérent à la fabrication elle-même : ce vice, c'est la production de nombreuses *bulles d'air* pendant l'opération du moulage. Ces bulles s'expliquent facilement : la terre en poudre contient naturellement de l'air interposé entre ses grains. Or, sous la pression du piston, la poudre, extrêmement comprimée dans les couches voisines du piston, l'est de moins en moins dans celles qui s'en éloignent. Il suit de là que les molécules d'air des premières couches sont plus refoulées que les autres dans l'intérieur de la pièce moulée, et vont former un plan de bulles d'air bien déterminé à une distance d'un centimètre environ de la face comprimée ; puis ces bulles emprisonnées, s'échauffant plus tard à la cuisson, mais ne pouvant se dilater, font fendre la pièce.

Cette explication fait comprendre pourquoi cet inconvénient est toujours plus accusé dans les produits épais, tels que les briques, que dans les pièces minces comme les carreaux : aussi les briques fabriquées par ce procédé sont-elles toujours inférieures à celles des autres méthodes.

Il est vrai que l'on atténue, jusqu'à un certain point, la production des bulles d'air en employant au moulage les presses qui n'opèrent que par des pressions continues et lentes, et non pas celles qui agissent par chocs. Mais aussi la production baisse beaucoup comme quantité, et cesse d'être avantageuse.

La fabrication des carreaux réussira probablement mieux que celle des briques. M. Denis, le fabricant chercheur et bien connu, dont l'usine est sise au Petit-Fresne (Seine), est parvenu à fabriquer des carreaux très durs, très compacts, et privés de bulles d'air, en faisant dessécher sa terre à 45 ou à 50 degrés, en la soumettant à la forte pression d'une presse hydraulique, et en la cuisant à une bonne température. M. Denis continue activement ses essais.

Quant aux tuiles, on n'a jamais eu l'idée d'en tenter la fabrication en pâte sèche : on en prévoit d'avance le résultat.

En somme, ce procédé, appliqué aux produits céramiques, a rendu peu de services jusqu'à ce jour. Mais il est avantageusement appliqué à la fabrication des briques obtenues au moyen des scories des hauts-fourneaux, ou des schistes houillers.

On sait que les scories des hauts-fourneaux représentent une matière encombrante dont le cube n'est pas inférieur à 6 fois le volume de fer produit. Elles servent bien à faire des routes, des constructions, des barrages, mais on les utilise beaucoup plus fructueusement, depuis quelques années, en les transformant en briques par le procédé qui nous occupe : elles coûtent moitié moins cher que les briques ordinaires. Dans le district de Middlesbrough, en Angleterre, il existe une compagnie fondée au capital de 250,000 francs, et dont l'industrie consiste uniquement dans cette transformation.

Nous en dirons autant des schistes houillers qu'on extrait des houillères, et qui exigent de si vastes emplacements pour leur accumulation. Un ingénieur de la Compagnie charbonnière des Produits, à Jemmapes, M. Sadris, a songé à les utiliser à la fabrication des briques dont les mines se servent en quantités considérables, pour les travaux intérieurs tels que muraillements, barrages, etc.

On commence par broyer ces schistes sous des meules avec un peu d'eau, et on obtient une pâte propre au moulage. Quelquefois même, elle est trop grasse, et se gerce en se desséchant. Dans ce cas, on la dégraisse en y ajoutant du grès houiller en poudre. Les briques moulées sont desséchées et cuites. La température élevée du four fait réagir les oxydes et carbonates de fer sur la silice, et il se forme un silicate de fer fusible qui cimente toutes les parties de la brique, sans compter que le

charbon qui imprègne ces schistes brûle dans la masse, facilite ainsi la cuisson, et rend la brique plus poreuse, et par conséquent plus légère et plus adhérente au mortier.

9. — DU SÉCHAGE

L'opération du séchage a pour objet d'enlever aux produits moulés leur eau de mélange ou de fabrication, avant de les soumettre à la cuisson.

Il est étrange que la question du séchage n'ait pas suivi les progrès si remarquables que la céramique du bâtiment a réalisés, depuis vingt ans, pour la préparation, le façonnage et la cuisson des terres. Dans les petites fabriques, où l'on suit encore l'ancienne méthode en pâte molle, et surtout dans les contrées méridionales où les étés sont secs et chauds, on emploie le séchage en plein air, avec grand renfort de paillassons, pour protéger les produits contre les coups de soleil ou contre les pluies subites. Mais, en dépit des précautions, cette méthode laisse toujours beaucoup de déchet.

Dans les régions moins chaudes, il faut avoir recours aux hangars ; on les clôt avec des cloisons mobiles ; on étend les produits, soit sur des étagères, soit en forme de haie à claire-voie, comme on le fait en plein vent, puis on établit des courants d'air qui circulent à travers les produits, en évaporant leur eau de mélange.

M. Bourry, qui a beaucoup étudié la question des séchoirs à *air libre*, spécialement destinés à la dessiccation des briques, a souvent observé que dans les hallettes ordinaires il se forme, entre les rangées de briques, des flaques d'eau qu'on ne parvient pas même à éviter avec des hallettes ayant jusqu'à 2 ou 3 mètres de largeur.

Cette eau répand dans les hallettes une humidité constante, de sorte que l'air, saturé d'eau, devient impropre au séchage des produits verts.

M. Bourry remédie à ce grave inconvénient en employant le système des *cheds anglais*, qui consiste en une série de petits toits juxtaposés, ayant tous la même pente, et se recouvrant partiellement. Les poteaux de la couverture supportent les étagères ou *perchers* qui reçoivent les briques. Une ouverture d'environ 0^m,80 est ménagée entre la partie supérieure de l'un des toits et la partie la plus basse de l'autre, où se trouve le chéneau. Tout le bas du bâtiment est également ouvert, de sorte qu'il peut s'établir un courant d'air ascensionnel entre la partie

inférieure et la partie supérieure de la toiture, ce qui n'est pas possible avec les couvertures à double pente.

La couverture est du carton bitumé, qui, se repliant à la partie inférieure des toits, forme naturellement chéneau.

M. Bourry a couvert, avec ce système, une surface de 2.000 mètres carrés. Chaque étagère a 11 rangs; les toits ont 4 mètres de portée, et il y a des poteaux tous les 2 mètres dans chaque sens.

Chaque mètre carré de surface couverte peut ainsi contenir 110 briques. Le prix de revient, tous frais compris, est d'environ 12 francs par mètre carré.

Dans ce genre de couverture, il faut naturellement orienter les séchoirs de manière que la partie ouverte soit dirigée du côté où le soleil et la pluie soient le moins à craindre.

Dans les contrées humides et froides, les fabriques bien installées opèrent le séchage *artificiel* dans des séchoirs construits au-dessus, ou à proximité des fours de cuisson, et dans lesquels on amène la chaleur perdue de ces fours. L'adoption presque générale des fours continus a rendu ce mode de séchage fort commode et pour ainsi dire obligé.

Nous en citerons quelques exemples.

M. E. Arnaud, qui emploie le four Hoffmann circulaire à sa grande tuilerie de Saint-Henry, près Marseille, a profité de l'espace vide assez grand qui existe entre la cheminée et la galerie de cuisson, pour y établir un séchoir artificiel. Il a disposé, dans cet espace, une cloison circulaire, parallèle à la galerie de cuisson, et un système de cloisons rayonnantes, qui forment six chambres entièrement closes, et pouvant contenir, chacune, 2.500 briques.

La chaleur perdue à l'arrière du feu est ramenée, au moyen d'auges mobiles, dans deux chambres consécutives, les autres étant, en ce moment, en enfournement ou en défournement. Il faut environ vingt-quatre heures pour sécher les deux chambres.

Au début, on s'est servi du tirage de la cheminée pour appeler l'air chaud; mais on a bien vite reconnu qu'il était insuffisant, et on a dû employer un ventilateur. La température de l'air, à son entrée dans les chambres, est d'environ 40 degrés centigrades.

M. Dumont, de Roanne, l'habile fabricant en pâte dure, utilise aussi, pour sécher ses produits verts, la chaleur perdue de ses fours continus établis avec galerie sans cloisons et chauffage par le haut. Ses séchoirs sont composés d'étagères superposées, ayant 0^m,80 de largeur, et empilées sur une hauteur d'un peu plus de 2 mètres.

La distance entre les assises, qui était primitivement de 0^m,20, a été successivement réduite à 0^m,12, puis à 0^m,07, à mesure que M. Dumont transformait sa fabrication de pâte molle en pâte dure. Les liteaux des étagères sont disposés de manière à pouvoir servir pour tous les types de tuiles. Les tuiles de 28 au mètre reposent sur trois liteaux; celles de 13 au mètre reposent sur quatre liteaux. Aussi M. Dumont n'emploie-t-il pas de cadres pour supporter ses tuiles; il se sert, pour les manier, de fourches en bois à deux branches qu'on glisse sous la tuile, et qu'on peut ensuite retirer, grâce à l'épaisseur des liteaux. Pour transporter les tuiles aux séchoirs, M. Dumont se sert de hottes contenant 7 à 8 tuiles et portées par de jeunes garçons, et de brouettes contenant 20 tuiles de grand modèle posées de champ. Les étagères sont espacées de 0^m,80, et les passages ont 1 mètre de largeur.

Ces séchoirs ne sont pas les seuls dont se sert M. Dumont; il emploie également des séchoirs mobiles composés d'étagères montées sur roues, et pouvant contenir 100 tuiles : ce système donne de bons résultats.

M. Dumont a fait aussi des essais de dessiccation artificielle, en se servant d'étuves ayant la forme d'une galerie. Mais cette méthode ne lui a pas donné de bons résultats, car, aussitôt que la galerie était assez grande pour pouvoir laisser passer un ouvrier, la dessiccation se faisait très inégalement. La section maximum, pour donner de bons résultats, est celle qui correspond à un carré ayant 0^m,30 de côté. Dans ce cas, le conduit est formé d'une boîte inclinée dans laquelle les briques, mises de champ, descendent par leur poids, tandis que l'air chaud monte.

Ce système a l'inconvénient de favoriser le gauchissement de la tuile; aussi M. Dumont a-t-il eu l'idée de remplacer le courant d'air chaud par un courant de sable chauffé qui, en frôlant les faces des tuiles, en opère la dessiccation. Mais ces essais ne sont pas encore assez complets pour être concluants.

Il est bon de remarquer que l'utilisation de l'air chaud des fours n'est peut-être pas la méthode la plus avantageuse, et qu'on réaliserait probablement une plus grande économie en laissant aux fours de cuisson toute leur chaleur, et en séchant directement les produits, soit avec des calorifères, soit avec des fours spéciaux, dont l'air chaud serait conduit aux séchoirs par un système de tuyautage. On aurait ainsi l'avantage de pouvoir régler l'arrivée de l'air chaud au moyen de registres, et de l'amener, à la température et à la vitesse nécessaires, dans les différentes parties des séchoirs, suivant le degré de dessiccation des produits.

Cette nécessité de pouvoir régler la température des séchoirs s'impose, en effet, par les différences d'allure qu'affectent au séchage les diverses natures de terre. Ainsi M. Lombard, fabricant céramiste à Septveilles, dans Seine-et-Marne, qui emploie un mélange de terre franche et d'argile plastique, rapporte dans l'un des bulletins de l'*Union céramique et chauxfournière de France*, qu'il a fait des essais inutiles pour activer le séchage de ses produits; malgré l'emploi d'un puissant ventilateur, la rapidité de la dessiccation faisait fendiller ses terres.

Un de ses confrères, M. Denis, au Petit-Fresne (Seine), obtient des résultats tout différents des terres qu'il emploie, et qui sont des marnes vertes mélangées avec de la terre franche. Ses briques, séchées au-dessus des fours, sans courant d'air, mais très rapidement, ne lui laissent aucun déchet, tandis que s'il veut les sécher à l'ombre et lentement, en huit jours, par exemple, il se produit beaucoup de casse.

Certaines terres pourront être séchées complètement en 24 heures de séchage artificiel, d'autres ne pourront l'être avant 6 ou 8 jours et même plus. Il en est qui vont sécher en 36 heures dans un four où l'air chaud entre à 20° ou 22° et sort à 60° ou 65°, tandis qu'il est impossible de les sécher plus rapidement sans les fendiller. Citons enfin certaines terres à briques, situées au bord de la mer, qui contiennent naturellement en mélange du chlorure de sodium, et qu'on a les plus grandes peines à sécher.

On voit, par ces considérations, que la durée de la dessiccation artificielle, de même que la température et la vitesse de l'air chaud, dépendent surtout de la composition des terres.

Toutefois, ce n'est pas le seul élément qui influe sur la rapidité de la dessiccation; la nature des produits et le mode de fabrication sont aussi des facteurs importants, dont on doit tenir un sérieux compte. Ainsi, pour une même méthode, les briques, plus épaisses que les tuiles et les carreaux, sécheront plus lentement qu'eux. De même, les produits fabriqués en pâte molle sécheront plus lentement que les similaires obtenus en pâte ferme. Il est bon de faire remarquer toutefois que, dans ce dernier cas, la différence est moins accusée qu'on ne le croirait entre les produits en pâte dure et ceux en pâte molle, car ces derniers n'ayant pas à subir les pressions considérables des presses, et ayant une texture moins serrée, laissent s'évaporer plus facilement leur eau de mélange.

Par ce qui précède, on voit combien d'éléments interviennent dans

la question du séchage : c'est au fabricant qu'il appartient, dans chaque cas particulier, d'étudier ses terres et de leur appliquer celle des méthodes de séchage dont nous venons d'exposer les principes.

Quel que soit le mode adopté, il est certaines règles, communes à tous, qu'il est toujours prudent d'observer, et que nous résumerons en deux mots.

Éviter, dans le séchage en plein air, que la pluie ne touche aux produits, car elle les détrempe et les déforme en les ramollissant.

Éviter, dans toutes les méthodes, que les coups de soleil ou d'air chaud ne frappent certaines faces des produits, car ils amèneraient une dessiccation rapide et inégale qui déformerait les pièces.

Opérer le séchage le plus complètement possible, c'est-à-dire enlever aux produits leur eau de mélange ou de fabrication, sans quoi cette eau, soumise à la chaleur du four et forcée de se vaporiser en trop grande masse, ferait fendre ou éclater les produits.

Ne pas perdre de vue que le mille de briques, sortant des machines, peut contenir jusqu'à 700 litres d'eau à évaporer, et que l'air sec absorbe d'autant plus de vapeur d'eau, pour se saturer, qu'il se trouve à une température plus élevée. Ainsi un mètre cube d'air sec, sous la pression atmosphérique ordinaire, absorbera, pour être saturé, savoir : à 10°, 9^h,50 de vapeur d'eau — à 20°, 16^h,78 — à 30°, 28^h,51 — à 40°, 46^h,40 — à 50°, 72^h,00 — à 60°, 103^h,84 — à 70°, 141^h,96 — à 80°, 199^h,24.

Retrait dû au séchage. — L'opération du séchage exerce sur les produits un effet fort gênant, mais inévitable, dont nous avons déjà dit quelques mots ; nous voulons parler du *retrait*.

On sait que toute terre argileuse, soumise à la dessiccation ou à la cuisson, *se retire*, c'est-à-dire qu'elle perd toujours une partie de ses dimensions linéaires : c'est ce qu'on appelle le *retrait*. Il constitue, avec la plasticité, la seconde propriété particulière à l'alumine ; c'est donc l'alumine qui communique la propriété du retrait à toutes les terres argileuses. Nous avons vu plus haut que c'est en mélangeant avec les argiles des substances antiplastiques ou dégraissantes qu'on arrive à atténuer ce retrait.

Le retrait total d'une terre comprend deux parts, l'une produite par le séchage, l'autre par la cuisson.

La première est due à l'évaporation de l'eau de mélange ou de fabrication, la seconde à la vaporisation, vers 300°, de l'eau de combinaison sous l'action de la chaleur des fours.

Le retrait total est fort variable, car ses limites s'étendent depuis

$\frac{1}{50}$ jusqu'à $\frac{1}{5}$, et même plus, des dimensions linéaires ; il est absolument nécessaire d'en déterminer la valeur, afin de pouvoir régler les dimensions des moules.

La partie du retrait due au séchage est ordinairement plus grande que celle due à la cuisson. Elle est d'environ $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$ pour les produits préparés en terre ferme dans la banlieue immédiate de Paris.

Le retrait augmente ou diminue avec la quantité d'eau de fabrication ; il est ainsi plus grand pour les pâtes molles que pour les autres ; les fortes compressions des presses et des rabatteuses ont pour résultat de diminuer le retrait et de le rendre plus régulier. La rapidité du séchage exerce aussi une influence sur la quantité du retrait.

CHAPITRE TROISIÈME

CUISSON DES PÂTES CÉRAMIQUES

Au point où nous sommes arrivé de notre étude, l'argile impure et brute a conquis déjà bien des qualités : le malaxage en a fait une pâte *bien homogène* ; le moulage l'a douée d'une *forte cohésion*, tout en lui donnant sa *forme définitive*. Il reste à lui donner une dernière qualité, la *dureté*, qui seule peut assurer aux produits la durée indéfinie et la conservation de leurs formes plastiques : ce sera l'œuvre de la *cuisson*.

On opère la cuisson des produits céramiques du bâtiment dans des fours spéciaux chauffés avec des combustibles solides ou gazeux ; les combustibles liquides n'ont pas encore fait leur apparition dans cette partie de la céramique.

Mais avant d'examiner et de discuter les différents systèmes de fours et les diverses natures de combustibles employés à les chauffer, il est indispensable de résumer en quelques mots les effets de la chaleur sur les pâtes céramiques dont nous nous occupons.

1. — EFFETS DE LA CHALEUR SUR LES PÂTES CÉRAMIQUES

Fusibilité des pâtes. — Chauffons d'abord une argile pure, c'est-à-dire un hydrosilicate d'alumine, composé, pour 100 parties en poids, de 46 à 67 de silice, de 18 à 40 d'alumine, de 6 à 19 d'eau de combinaison, et d'une proportion variable d'eau de mélange. A la température de 100 degrés centigrades, cette argile perd son eau de mélange, mais elle reste plastique; vers 300 degrés, elle perd son eau de combinaison, et en même temps toute sa plasticité, sans pouvoir la recouvrer jamais. Si l'on continue à la chauffer, elle change complètement de nature et acquiert des propriétés nouvelles : elle forme un corps blanc qui prend d'autant plus de dureté, de retrait et, partant, de cohésion, que la température est plus élevée. Chauffé même à 1.600 ou 1.700 degrés centigrades, qui sont les plus hautes températures qu'on puisse obtenir industriellement, ce corps ne fond pas, et ne se ramollit même pas, c'est-à-dire qu'il est *réfractaire*; et, dans ce cas, le refroidissement livre une substance assez dure quelquefois pour rayer le verre, douée d'une grande cohésion, d'autant plus poreuse qu'elle a perdu plus d'eau à la cuisson. Ces propriétés nouvelles, qui différencient complètement la terre cuite de l'argile pure qui l'a produite, sont dues probablement à la transformation, par la chaleur, des hydrosilicates d'alumine de l'argile en d'autres silicates d'alumine anhydres, présentant le double caractère d'être infusibles et très durs.

Mais il n'en est plus de même avec les terres impures qui composent, ainsi que nous l'avons vu, les pâtes céramiques du bâtiment. Ces terres, en effet, forment un mélange plus ou moins complet d'argile, de silice, de carbonate de chaux, d'oxydes de fer, de sulfates de protoxyde et de peroxyde de fer, de pyrite ou bisulfure de fer, de carbonate de potasse, de soude, de magnésie. Dans ce mélange, l'argile domine toujours, la magnésie est rare; les oxydes alcalins, potasse et soude, sont en proportion fort minimes; le carbonate de chaux, les oxydes et sels de fer sont les plus abondants après l'argile, mais en quantités beaucoup plus faibles.

Si l'on soumet à la cuisson ces pâtes impures, on constate qu'au contraire de l'argile pure qui ne fond jamais, on peut toujours arriver à produire sinon la fusion complète, au moins un ramollissement appréciable dont la température varie d'une pâte à l'autre dans des limites assez étendues. Or, cette fusibilité des argiles impures tient à

la production, par la chaleur, de silicates fusibles qui entraînent la solubilité des silicates infusibles. Ce fait s'explique aisément.

En effet, la chaleur dégage d'abord, à 100 degrés, comme tout à l'heure, toute l'eau de mélange de la pâte; puis, vers 300 degrés, l'eau d'hydratation de l'argile, ensuite l'acide carbonique des carbonates, puis l'acide sulfurique des sulfates de fer qu'elle transforme en acide sulfureux qui s'évapore, et en oxygène qui se porte soit sur le fer, soit sur le carbone, enfin le soufre des pyrites de fer, qu'elle change en acide sulfureux qui s'évapore aussi.

Or, tous ces oxydes, alcalins, terreux ou métalliques, sortant de leurs combinaisons, et devenant libres, se portent sur le silicate d'alumine anhydre pour se combiner avec lui, de telle sorte que la pâte cuite devient un véritable composé de silicates multiples, dont les degrés de fusibilité sont fort différents les uns des autres.

Nous sommes amené ainsi à étudier la fusibilité des divers silicates qui composent les terres cuites, et à en tirer les conséquences qui en découlent au point de vue de la cuisson des pâtes.

Avouons tout d'abord que cette étude n'a pas encore été faite complètement par les chimistes; c'est qu'en effet une telle étude est fort complexe, à cause de la multiplicité des silicates, et de la difficulté actuelle de mesurer les températures extrêmement élevées où se produisent ces phénomènes. Toutefois, les longs et patients travaux de MM. Achard, Lampadius, Collet-Decostil, Berthier, Ebelmen, Salvétat ont mis au jour un certain nombre de notions, que tout céramiste doit connaître, et que nous résumerons brièvement, d'après les *Leçons de Céramique*, de M. Salvétat.

Les silicates simples sont moins fusibles que les silicates multiples.

Les silicates alcalins, c'est-à-dire les silicates de potasse et de soude, sont les plus fusibles; mais ces deux bases entrent dans les pâtes en proportions tellement minimes qu'elles influent extrêmement peu sur leur fusibilité.

Le silicate de chaux peut être regardé comme infusible, car il ne fond qu'à la température la plus élevée du fourneau à vent, soit 150 degrés Wedgwood, ou 1.700 degrés centigrades, et encore dans le cas le plus favorable.

Les silicates de magnésie sont très difficilement fusibles; ceux d'alumine sont infusibles.

Enfin, les silicates de protoxyde de fer et ceux d'oxyde des battitures sont très fusibles, tandis que ceux de peroxyde de fer paraissent infusibles.

Voilà pour les silicates simples : passons maintenant aux silicates multiples qui forment le cas ordinaire des pâtes céramiques.

Leur fusibilité, d'après M. Salvétat, dépend beaucoup de celle des composés élémentaires qui les forment.

On peut toujours fondre un silicate, infusible par lui-même, en le combinant avec une proportion convenable d'un silicate fusible; il paraît même que la fusibilité des silicates multiples est plus grande que la fusibilité moyenne des silicates composants, car la propriété fondante des silicates difficilement fusibles est beaucoup augmentée par leur simple mélange entre eux. C'est ce qui arrive pour les silicates doubles de chaux et de magnésie, et pour ceux de chaux et d'alumine.

Les silicates alcalins donnent à leurs combinaisons avec d'autres silicates une très grande fusibilité. Toutes les pierres qui contiennent des alcalis sont fusibles, ou tout au moins ramollissables; cette fusibilité se communique aux silicates infusibles, terreux ou métalliques.

Les deux silicates alcalins (ceux de potasse et soude) mêlés ensemble, sont plus fusibles que s'ils sont employés seuls.

La chaux, dont tous les silicates sont infusibles ou extrêmement difficiles à fondre, peut donner, avec un très grand nombre de silicates infusibles ou peu fusibles, des composés qui fondent facilement.

D'après M. Berthier, les silicates doubles d'alumine et de chaux les plus fusibles sont ceux qui contiennent en silice 40 % de leur poids; ces composés sont encore d'autant plus fusibles que les proportions de chaux et d'alumine se rapprochent davantage du rapport 47 à 14.

On rend une argile ordinaire assez fusible par l'addition de la moitié ou des trois quarts de son poids de carbonate de chaux.

Les silicates de chaux et d'alumine peuvent contenir un grand excès de chaux sans cesser d'être fusibles; mais alors ils le sont d'autant moins qu'ils renferment plus d'alumine. Les bonnes argiles plastiques ne se fondent qu'avec deux fois et demie leur poids de marbre; mais la même proportion de pierre calcaire fait parfaitement fondre un mélange à parties égales de sable quartzeux et d'argile plastique.

Les silicates doubles d'alumine et de magnésie sont fusibles; le silicate de magnésie est donc, comme le silicate de chaux, un bon fondant pour les silicates d'alumine.

La chaux et le protoxyde de fer forment des silicates doubles fusibles; il en est de même du protoxyde de fer et de la magnésie, et aussi du protoxyde de fer et de l'alumine.

Le protoxyde de fer et la chaux donnent des silicates fusibles, ainsi que le peroxyde de fer et l'alumine.

De ces notions découlent les conclusions suivantes :

Lorsqu'on soumet à la cuisson une pâte céramique, il peut se présenter quatre cas :

1° La pâte est une argile assez pure pour qu'il ne se forme aucun silicate multiple, autre que le silicate d'alumine, et cela, quel que soit le degré de la cuisson; dans ce cas, la terre cuite est dure, dense et poreuse;

2° La pâte est impure; mais la température de la cuisson n'a pas été poussée assez loin pour déterminer la formation de tous les silicates possibles; on obtient alors un produit plus poreux que dans le cas précédent, mais sans grande cohésion, et partant friable;

3° La pâte est encore impure; mais la température de la cuisson, assez élevée pour combiner entre eux tous les éléments, et pour produire un silicate multiple fusible, n'est que suffisante pour commencer cette combinaison et pour fritter le silicate. Dans ce cas, on obtient un produit dur, complètement imperméable et sans porosité;

4° Mais si, dans le troisième cas, on élève assez la température pour amener la combinaison complète des éléments, il en résulte un produit scorifié, si le silicate multiple n'est pas fusible à cette température, et un verre fluide, si la fusion du silicate est complète.

Le fabricant sérieux, placé entre ces quatre alternatives, saura choisir ses terres et conduire son feu de manière à ne pas s'éloigner des types n° 1 et 3.

Il résulte de ce qui précède que, dans l'étude de la composition des terres, on doit se préoccuper, non pas seulement de la possibilité plus ou moins grande de la manutention et du malaxage, mais encore et beaucoup, du degré de fusibilité que possède au feu le silicate multiple formé par la cuisson.

C'est ainsi que M. Gastellier, l'honorable président de l'*Union céramique et chauxfournière de France*, annonce, dans une note insérée au 27^e Bulletin mensuel, qu'en faisant des mélanges, en proportions variables, de glaises, de terres franches, de marnes plus ou moins argileuses, il obtient par la cuisson des produits à demi-fondus d'une dureté extrême, mais non cassants, inusables au frottement, et pouvant parfaitement servir au pavage des villes; les meilleurs résultats ont été obtenus en agglomérant une terre réfractaire avec une terre fusible, car les produits ne se déforment pas à la cuisson; c'est là une fort heureuse application du type n° 3.

Quant au type n° 2, il ne fournit que des produits insuffisamment cuits, et que les agents atmosphériques détrempent et font tomber en poussière. Le public fera bien de se défier des fabricants qui lui servent trop souvent le type n° 2.

Le type n° 4, le dernier, regarde spécialement la caisse du fabricant, car c'est le côté des produits fondus et, par conséquent, des déchets. Les produits, trop fortement et trop longtemps cuits dans un four qu'on ne surveille pas et qu'on laisse s'emporter, fondent comme du verre, se collent ensemble et forment ces masses vitrifiées nommées *lumps*, et qu'on ne peut plus séparer qu'à grands coups de pioche.

Température de cuisson. — On peut certainement demander à quelles températures s'opèrent les phénomènes de la cuisson et de la fusibilité; malheureusement il n'est pas facile de répondre catégoriquement à la question, car des températures aussi élevées sont difficilement observables, et, d'ailleurs, elles varient dans des limites assez étendues suivant la composition des pâtes, et aussi suivant la nature des produits que l'on veut obtenir.

Nous indiquerons toutefois quelques chiffres, plutôt comme des points de repère que comme des données absolues. Ainsi nous citerons 1.000 à 1.100 degrés centigrades comme des températures assez ordinaires à la cuisson des produits non réfractaires. Quant aux pièces réfractaires, on en arrête souvent la cuisson à 1.300 ou 1.400 degrés pour les produits ordinaires; il n'est pas rare de la pousser jusqu'à 1.800 degrés pour les pièces qui doivent supporter des températures très élevées.

Mais on aurait tort de croire qu'il y a tout intérêt à atteindre au plus vite ces hautes températures dans la cuisson des pâtes. Loin de là, cette cuisson, pour produire tous ses effets, doit être conduite avec certaines précautions qui conviennent d'ailleurs à tous les fours. L'expérience les a sanctionnées, les fabricants sérieux les observent avec la plus grande attention. Voici les principales de ces conditions :

Le feu ne doit jamais être amené trop promptement à une haute température; au contraire, il doit être poussé lentement au début, et s'élever graduellement afin de ne pas surprendre brusquement des pâtes encore humides; sinon, les faces extérieures sécheront les premières, sans avoir encore grande force, de sorte que les molécules d'air ou d'eau, emprisonnées dans l'intérieur, s'évaporant ou se vaporisant bientôt à leur tour, feront éclater les pièces et donneront lieu à

des déchets importants : cette période de chauffage à feu lent a reçu le nom de *petit feu*.

Lorsque le feu a atteint la température qui convient aux pâtes et aux produits, il convient de l'y maintenir un certain temps, afin que la chaleur ait le temps de bien pénétrer toute la masse intérieure de chaque pièce; de plus, le feu doit être conduit très régulièrement dans toutes les parties du four, afin que tous les produits soient également cuits, et que les déchets provenant des lours et des incuits soient réduits le plus possible. Cette période du chauffage est le *grand feu*.

Lorsque la pâte laisse une certaine marge entre la température de cuisson et celle de la fusion, et qu'on a besoin d'obtenir des produits d'une grande dureté, on peut élever la température du four jusqu'au point où l'on voit commencer la vitrification.

De même que les pâtes doivent être lentement et progressivement chauffées, de même aussi elles doivent être abandonnées à un refroidissement lent et progressif. Cela se comprend : d'abord un refroidissement trop brusque entraînerait une énorme différence de température qui ferait éclater les produits; ensuite on perdrait le bénéfice du *recuit*. Le *recuit*, expression peut-être impropre, mais consacrée par l'usage, signifie que les produits abandonnés dans le four, après leur cuisson, à un long refroidissement, c'est-à-dire au rayonnement prolongé des objets et des parois du four, continuent à cuire, surtout dans l'intérieur de leurs masses respectives, ce dont profitent particulièrement les pièces insuffisamment cuites.

Faisons remarquer d'ailleurs que cet échauffement progressif et ce lent refroidissement des produits, conseillés par l'expérience, ne peuvent être que favorables à la conservation des fours eux-mêmes.

Lorsqu'après quelques essais, on a déterminé le degré de température qui convient en même temps aux terres et à la nature des produits à fabriquer, il est indispensable de reproduire cette même température à toutes les fournées similaires; il n'est pas moins important de pouvoir reconnaître si cette température se répartit bien régulièrement dans toutes les parties du four; c'est ici qu'il est besoin de toute la sagacité, de toute la science d'un cuiseur expérimenté. Quelques ouvertures pratiquées en certaines parties du four lui servent à examiner son feu, à juger de sa marche, de son tirage, de sa couleur, de son intensité.

La couleur du feu lui suffit souvent pour apprécier la température. Pouillet a évalué, au moyen d'un pyromètre à air, les degrés de cha-

leur qui correspondent aux diverses couleurs du feu : nous les résumons dans le tableau 3.

TABLEAU 3. — TEMPÉRATURES CORRESPONDANT
AUX NUANCES LUMINEUSES

NUANCES lumineuses.	DEGRÉS centi- grades.	POINTS DE FUSION de quelques corps.
Rouge naissant . . .	525°	Fusion du tellure.
Rouge sombre	700°	"
Cerise naissant	800°	"
Cerise	900°	Fusion du bronze.
Cerise clair	1.000°	Fusion de l'argent.
Orangé	1.100°	Fusion de la fonte grise.
Orangé clair	1.200°	Fusion de l'or.
Blanc	1.300°	Fusion de l'acier.
Blanc soudant	1.400°	
Blanc éblouissant . .	1.500°	Fusion du fer doux français.
d°	1.600°	Cuison de la porcelaine dure.

On voit, par ce tableau, que c'est vers la température de 525 degrés centigrades que les corps commencent à donner de la lumière.

La couleur du feu n'est pas la seule manière d'apprécier la température d'un four en feu; on peut l'évaluer au moyen de *témoins* ou *montres* fabriqués avec la même pâte que les pièces en cuisson, et déposés en différentes parties du four.

On les retire pour les examiner, lorsqu'on juge la cuisson assez avancée.

On peut aussi se servir de différents pyromètres fondés sur différents principes; mais les témoins nous paraissent encore préférables.

Retrait des pâtes à la cuisson. — Nous avons dit précédemment, à propos du séchage, que le retrait total d'une terre cuite peut varier de 2 à 20 %, sur toutes les dimensions linéaires, et qu'il se compose de deux parties : 1° le retrait dû à l'évaporation de l'eau de mélange pendant le séchage; 2° le retrait dû à la vaporisation de l'eau de composition ou d'hydratation durant la cuisson. Nous avons exposé ce qu'était le premier; nous allons dire quelques mots du second, en faisant remarquer que l'on doit à Brongniart tout ce que l'on sait de bien positif sur ce retrait.

De nombreuses expériences lui ont permis de conclure que les pâtes qui prennent le plus de retrait sont les *pâtes plastiques*, c'est-à-dire infusibles, et les *pâtes fusibles*.

Les premières éprouvent le maximum de leur retrait au moment où elles perdent leur eau de composition; il semble être ainsi la conséquence de la déshydratation de l'élément argileux de la pâte.

On peut admettre que pour les pâtes non ramollissables le maximum du retrait correspond à peu près à 40 degrés Wedgwood.

Quant aux pâtes fusibles, elles doivent leur retrait à deux causes : d'abord à la perte de leur eau d'hydratation, et ensuite au rapprochement de leurs molécules au moment où la fusion commence; c'est à ce dernier point surtout que correspond le maximum de leur retrait.

Il suit de là que l'on ne peut mesurer la valeur totale du retrait, au point de vue des moules, qu'après avoir poussé la cuisson de la pâte à son maximum de retrait.

Passons maintenant à l'examen des combustibles.

2. — COMBUSTIBLES

Rappelons tout d'abord quelques définitions et quelques principes.

Combustion. — D'une manière générale, on sait que l'on désigne, en chimie, par le mot de *combustion*, toute combinaison d'un corps avec l'oxygène, c'est-à-dire toute *oxydation*.

La combustion peut être lente ou vive.

Elle est lente lorsque l'oxydation d'un corps n'en élève pas notablement la température. Telle est l'oxydation du fer exposé à l'air humide, qui produit la *rouille* ou sesquioxyde de fer hydraté ($\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{HO}$); telle est encore, dans les mêmes conditions, l'oxydation du phosphore, qui donne l'acide phosphoreux (P^2O^3), celle du plomb, etc.

Elle est vive, lorsque l'oxydation est accompagnée d'une élévation de température assez grande pour qu'il y ait *incandescence*. Ainsi un charbon ardent, un morceau de soufre ou de phosphore allumé, plongés dans l'oxygène, brûlent en produisant, le premier, du gaz acide carbonique, CO^2 ; le second, du gaz acide sulfureux, SO^2 ; le dernier, une poussière blanche qui est l'acide phosphorique. De même, un fil de fer rouge brûle dans l'oxygène avec un grand éclat, en lançant de vives

étincelles, et en se transformant en oxyde de fer magnétique, Fe^3O^4 ; un fil de magnésium enflammé produit dans l'oxygène une flamme éblouissante, et le résultat de la combustion est la magnésie, MgO .

La combustion vive n'entraîne pas nécessairement la production de la flamme. Ainsi le soufre, le phosphore, le magnésium, dont nous venons de parler, brûlent avec flamme dans l'oxygène, tandis que le fer et le charbon pur, portés au rouge dans l'oxygène, y brûlent sans flamme. La raison de cette différence est que la flamme est toujours un gaz ou une vapeur en combustion.

Il suit de là que les corps qui ne se réduisent pas en vapeur, peuvent bien brûler à une température suffisamment élevée, mais ils brûlent sans flamme; tels sont le charbon pur et les métaux qu'on ne peut volatiliser. Au contraire, les corps volatils, comme l'hydrogène, le soufre, le magnésium, le zinc, brûleront avec flamme. Il en sera de même de tous les corps que la chaleur décompose en produits volatils.

Toutes les flammes n'ont ni le même éclat, ni la même chaleur.

L'éclat d'une flamme ne dépend pas nécessairement de la chaleur que dégage la combustion; ainsi la flamme d'hydrogène, bien que très pâle, est plus chaude que la flamme si brillante du phosphore. Cet éclat de la flamme tient d'ordinaire à la présence de corps solides qui s'y trouvent portés à l'incandescence. Toute flamme qui ne contient pas de corps solides est pâle: celles de l'hydrogène, du soufre, de l'oxyde de carbone, sont pâles parce que le produit qui brûle et le produit de la combustion sont gazeux. Au contraire, celles du phosphore, du magnésium, du zinc, sont très brillantes parce qu'elles contiennent de l'acide phosphorique, de l'oxyde de magnésium, ou de l'oxyde de zinc, tous corps solides portés à l'incandescence par la chaleur dégagée dans la combustion.

L'huile, la bougie, le gaz d'éclairage, brûlent avec éclat parce que leur flamme contient du carbone libre; en effet, les combustibles qui brûlent sont du carbone et de l'hydrogène; or, par suite de l'insuffisance de l'oxygène dans la flamme, l'oxygène brûle d'abord en dégageant beaucoup de chaleur, de sorte que le carbone mis en liberté est porté à l'incandescence avant de brûler lui-même dans les parties extérieures.

On peut faire disparaître l'éclat de ces flammes en introduisant dans leur intérieur assez d'air pour que la combustion y soit complète.

La température d'une flamme dépend à la fois de la chaleur dégagée par le combustible, et de la chaleur absorbée, soit par le produit de

la combustion, soit par les corps inertes qui existent dans la flamme. Nous verrons plus loin la manière de déterminer la température de combustion d'un combustible donné.

Une flamme produit de la fumée lorsque l'air qui est en contact avec elle n'est pas en quantité suffisante pour lui fournir l'oxygène nécessaire à la combustion complète du carbone et de l'hydrogène. Alors l'hydrogène, qui dégage le plus de chaleur, brûle le premier avec une partie seulement de carbone, dont le reste, à l'état de charbon très divisé, se répand dans l'atmosphère avec les produits gazeux de la combustion, et en produisant la fumée.

Les corps solides introduits dans une flamme pour lui donner de l'éclat absorbent évidemment de la chaleur pour s'échauffer; d'où il suit qu'en augmentant l'éclat d'une flamme, ils en abaissent la température.

Pour qu'il y ait incandescence, avec ou sans flamme, il ne suffit pas qu'il y ait une grande chaleur dégagée, il faut encore que cette chaleur se produise très rapidement, et que, de plus, elle n'ait pas à échauffer une trop grande masse. Si cette masse augmente; si, de plus, la rapidité de la combustion diminue, l'élévation de la température pourra être très faible ou même nulle. Ainsi un morceau de charbon, qui brûle avec un éclat éblouissant dans l'oxygène, est à peine rouge dans l'air où sa combustion est lente, et où la chaleur dégagée est en partie employée à échauffer l'azote mêlé à l'oxygène.

Il résulte des considérations précédentes que, dans toute combustion, il y a nécessairement un corps *comburant* qui est l'oxygène, et un corps *combustible* qui peut être simple ou composé, mais qui se combine toujours avec l'oxygène.

Combustibles industriels. — Un grand nombre d'industries ont besoin de la chaleur pour fabriquer leurs produits; or, les seules sources de chaleur qu'elles utilisent sont les corps combustibles qui développent la plus grande quantité de chaleur en brûlant au contact de l'air, c'est-à-dire en se combinant avec l'oxygène de l'air.

Ces combustibles sont *solides, liquides ou gazeux*.

Les combustibles solides sont *naturels* ou *artificiels*; les premiers sont le *bois*, la *tourbe*, le *lignite*, la *houille*, l'*anthracite*. Les autres résultent de la distillation des précédents, et constituent les divers charbons, savoir : le *charbon de bois*, le *charbon de tourbe*, le *charbon de houille* ou *coke*. Les charbons, ayant perdu presque tous les gaz du combustible distillé, brûlent à peu près sans flamme.

Les combustibles liquides sont les *alcools* et les *huiles* de toutes sortes.

Les combustibles gazeux sont ordinairement produits par la distillation ou la transformation des combustibles solides ou liquides.

Tous ces combustibles sont généralement composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, combinés entre eux deux à deux, ou trois à trois. Toutefois, l'oxygène et l'azote peuvent manquer au combustible; mais le carbone ne lui manque jamais. Pendant la combustion, le carbone produit de l'oxyde de carbone CO , ou de l'acide carbonique, CO_2 ; l'hydrogène donne de l'eau, H_2O ; l'azote reste libre. Tous ces produits de la combustion, étant gazeux ou volatils, disparaissent, et il ne reste du combustible qu'un résidu minéral de composition variable, et qui constitue les *cendres*.

La chaleur produite par la combustion se transmet aux corps environnants par le contact direct ou par le rayonnement. Le contact direct donne la plus grande somme de chaleur; il est fourni, soit par le corps en combustion, soit par la flamme que les gaz combustibles vont porter à une distance plus ou moins grande du foyer. Quant à la chaleur rayonnante, elle est toujours plus faible que la précédente; elle diminue rapidement d'ailleurs avec l'éloignement, en suivant la loi du rapport inverse des carrés des distances.

Or les combustibles à longue flamme et à forte chaleur rayonnante sont précisément ceux que l'on doit rechercher pour la cuisson des produits céramiques du bâtiment, car seuls ils peuvent les atteindre dans toutes les parties des fours à grande section qui sont généralement en usage. Il est encore une condition indispensable que ces combustibles doivent remplir, c'est que leur température de combustion soit supérieure à celle de la cuisson des produits.

Les combustibles qui satisfont à ces conditions, et que nous trouvons, en conséquence, adoptés dans l'industrie qui nous occupe, sont : le *bois*, la *tourbe*, le *lignite*, la *houille*, l'*anthracite* et les *combustibles gazeux*. Les charbons sont rejetés parce qu'ils brûlent sans flamme; les combustibles liquides n'ont pas encore été essayés.

Chaleur spécifique des corps. — Avant de décrire rapidement ces quelques combustibles, rappelons quelques définitions.

On appelle *unité de chaleur* ou *calorie*, la quantité de chaleur nécessaire pour élever un kilogramme d'eau d'un degré centigrade.

Cela posé, la chaleur spécifique d'un corps est la *quantité de chaleur*,

ou, en d'autres termes, la quantité de *calories* nécessaire pour élever d'un degré centigrade un kilogramme de ce corps.

Cette chaleur, constante pour un même corps et pour les températures inférieures à 100 degrés, croît un peu avec la température.

Nous résumons dans le tableau suivant les chaleurs spécifiques des corps principaux dont on peut faire usage dans la céramique et les industries similaires.

TABLEAU 4. — CHALEURS SPÉCIFIQUES DE QUELQUES CORPS
DE 0 A 100 DEGRÉS

DÉNOMINATION DES CORPS.	OPÉRATEURS.	CHALEURS spécifiques.
		calories.
Eau	M. Regnault.	1.00000
Fer.	d°	0.11379
Fonte de fer blanche.	d°	0.12983
Magnésie.	d°	0.24394
Peroxyde de fer. (oligiste).	d°	0.16695
Alumine (corindon)	d°	0.19762
Acide silicique	d°	0.19132
Acide borique.	d°	0.23743
Bisulfure de fer (pyrite).	d°	0.13009
Sulfate de chaux	d°	0.19656
Carbonate de chaux (spath d'Islande)	d°	0.20858
Craie blanche.	d°	0.21485
Carbone.	d°	0.24111
Charbon de bois	d°	0.24150
Coke de la houille	d°	0.20085
Chaux vive	Lavoisier et Laplace.	0.21690
Bois de pin	Mayer.	0.65000
Bois de chêne.	d°	0.57000
Verre de 0° à 100°.	Dulong et Petit.	0.17700
Verre de 0° à 300°.	d°	0.19000
Cendres	d°	0.20000
Vapeur d'eau	Laroche et Bérard.	0.8470
Air atmosphérique.	d°	0.2009
Hydrogène	d°	3.2936
Oxygène.	d°	0.2361
Azote.	d°	0.2754
Oxyde de carbone	d°	0.2884
Acide carbonique	d°	0.2210

Quoique la chaleur spécifique d'un même corps augmente un peu avec la température, on peut admettre, sans erreur trop sensible, qu'elle reste constante, de sorte que la *quantité de chaleur ou de calo-*

rie C nécessaire pour élever de T degrés centigrades un poids de K kilogrammes d'un corps dont la chaleur spécifique est S , sera donnée par la formule (1).

$$(1) \quad C = KTS$$

Déterminons, par exemple, la quantité de calories nécessaire pour élever de 20 degrés centigrades 50 kilogr. de coke : le tableau 4 donne 0,20085 pour la valeur S de la chaleur spécifique du coke, puis nous avons $K = 50$, $T = 20$. Introduisant ces valeurs dans la formule (1) on obtient :

$$C = 50 \times 20 \times 0,20085 = 200,85 \text{ calories.}$$

Puissance calorifique. — On nomme ainsi la quantité de chaleur ou de calories que dégage, en se brûlant complètement, 1 kilogr. d'un combustible donné.

Cette quantité est variable d'un corps à l'autre, mais elle n'est pas, comme on l'a cru longtemps, proportionnelle à la quantité d'oxygène nécessaire à sa combustion.

Voici, d'après MM. Fabre et Silbermann, le tableau des puissances calorifiques qu'il est utile de connaître.

TABEAU 5. — PUISSANCES CALORIFIQUES
DE QUELQUES MATIÈRES COMBUSTIBLES

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	PUISSANCES calorifiques.
	calories.
Hydrogène en brûlant	34.500
Charbon pur se transformant en acide carbonique	8.080
Charbon pur se transformant en oxyde de carbone	2.470
Oxyde de carbone se transformant en acide carbonique	2.400
Protocarbure d'hydrogène en brûlant	13.060
Bicarbure d'hydrogène en brûlant	11.860
Alcool en brûlant	7.160

Nous avons vu plus haut que les combustibles employés dans l'industrie sont composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Les proportions de ces quatre corps simples varient naturellement

d'un combustible à l'autre. Mais, dès que l'on connaît la composition chimique d'un corps, il est facile d'en déduire, avec l'aide du tableau 5, la valeur de sa puissance calorifique: il suffit pour cela de considérer les deux seuls éléments combustibles, savoir: le carbone et l'hydrogène en excès, d'extraire de l'analyse les poids de ces éléments correspondant à 1 kilogr. du combustible considéré, de multiplier ces poids par les puissances calorifiques respectives tirées du tableau précédent, et de faire la somme des deux produits.

Soit par exemple à chercher la puissance calorifique de la houille sèche à longue flamme de Blanzy, dont la composition chimique est la suivante, pour 1 kilogr.:

Carbone.	0,765
Hydrogène	0,052
Oxygène et azote.	0,160
Cendres.	0,023

On admet tout d'abord que la quantité d'azote, généralement très minime, est négligeable et peut se confondre avec celle de l'hydrogène. Cela posé, 8,00 d'oxygène brûlant 1,00 d'hydrogène pour donner 9,00 d'eau, les 0,160 d'oxygène ci-dessus brûleront $\frac{0,160}{8} = 0,020$ d'hydrogène sur les 0,052 fournis par l'analyse; d'où il suit que le poids de l'hydrogène en excès est égal à $0,052 - 0,020 = 0,032$. D'un autre côté, le poids du carbone est de 0,765. Multipliant ces quantités par les puissances calorifiques respectives de ces deux corps, 34.500 et 8.080, on obtiendra les valeurs suivantes:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Hydrogène.} \dots 0,032 \times 34.500 = 1.104 \\ \text{Carbone.} \dots 0,765 \times 8.080 = 6.181 \end{array} \right\} 7.285 \text{ calories,}$$

d'où il suit que la puissance calorifique de la houille ci-dessus est de 7.285 calories.

Telle est la marche à suivre pour un combustible quelconque.

Air nécessaire à la combustion. — La combustion dans les fours céramiques n'est alimentée que par l'air atmosphérique; il est bon de rappeler la quantité d'air *théoriquement* nécessaire pour brûler complètement 1 kilogr. de charbon pur ou 1 kilogr. d'hydrogène.

Rappelons d'abord qu'un kilogramme d'air est composé de 0,23 d'oxygène et de 0,77 d'azote, et qu'un kilogramme d'eau est formé de 0,11 d'hydrogène et de 0,89 d'oxygène; d'où il suit qu'un kilogramme

d'oxygène est uni dans l'air à 3^s,348 d'azote, et qu'un kilogramme d'hydrogène est uni dans l'eau à 8^s,00 d'oxygène.

Cela posé, 1 kilogr. d'acide carbonique, CO², étant composé de 0^s,2727 de carbone et de 0^s,7273 d'oxygène, il en résulte qu'un kilogramme de carbone, pour se transformer en acide carbonique, absorbera 2^s,667 d'oxygène et produira 3^s,667 d'acide carbonique, ce qui laissera libre un poids de $2^s,667 \times 3.348 = 8^s,929$ d'azote, sur un poids total de 11^s,596 d'air qui devient ainsi nécessaire à la combustion d'un kilogramme de charbon pur. Ajoutons qu'un mètre cube d'air pesant 1^s,293, les 11^s,596 d'air ci-dessus équivalent à un volume de 8^m3,97.

De même 1 kilogr. d'hydrogène absorbant 8 kilogr. d'oxygène qu'il emprunte à l'air, pour brûler et former 9 kilogr. d'eau, laissera libre un poids total de $8^s,00 \times 3.348 = 26^s,784$ d'azote sur un poids total de 34^s,784 d'air nécessaire à la combustion, ce qui équivaut à un cube de $\frac{34.784}{1.293} = 26^m3,90$ d'air.

On trouverait de même qu'un kilogramme de carbone, pour se transformer seulement en oxyde de carbone CO, absorberait un poids de 1^s,34 d'oxygène et laisserait libre un poids de $1^s,34 \times 3.348 = 4^s,49$ d'azote sur un poids total de 5^s,83 d'air nécessaire à la combustion, ce qui équivaut à un volume d'air de $\frac{5.83}{1.293} = 4^m3,51$.

Ces quantités d'air sont celles qui sont *théoriquement* nécessaires à la combustion d'un kilogramme de charbon pur ou d'hydrogène; le *desideratum* à atteindre en pratique serait qu'il ne passât pas plus de ces quantités à travers le combustible d'un foyer, car tout ce qui passe d'air en surcroît est inutile à la combustion, et ne fait qu'abaisser la température du foyer dont il emprunte une partie de la chaleur pour s'échauffer lui-même. On verra plus loin que ces considérations ont leur importance pour la conduite du feu dans les fours, car une quantité d'air suffisante à la combustion donne au four une action *réductrice*, tandis qu'un excès d'air lui donne une allure *oxydante* qu'il est convenable d'éviter dans certains cas.

Température de combustion. — On a besoin, quelquefois, de déterminer *théoriquement* la température de combustion d'un combustible donné. On l'obtient évidemment en divisant la puissance calorifique de ce combustible par la quantité de calories nécessaires pour élever d'un degré tous les produits de la combustion (gaz, vapeurs et cendres) d'un kilogramme de ce combustible.

Reprenons, par exemple, la houille sèche de Blanzky, dont nous avons donné la composition, à propos des *puissances calorifiques*, et cherchons-en la température de combustion. Cette houille est composée des éléments suivants pour 1 kilogr.

Carbone.	0 ^h ,765
Hydrogène	0.052
Oxygène et azote.	0.160
Cendres.	0.023

Nous savons déjà que la puissance calorifique de ce combustible est de 7.285 calories. Il reste à chercher la quantité de calories nécessaire pour élever d'un degré les divers produits de la combustion; mais tout d'abord quels sont ces produits?

D'après ce que nous venons de voir, les 0^h,765 de carbone produiront $0^h,765 \times 3,667 = 2^h,803$ d'acide carbonique et laisseront libre un poids de $0^h,765 \times 8,929 = 6^h,831$ d'azote.

D'un autre côté, les 0^h,032 d'hydrogène en excès produiront $0^h,032 \times 9,00 = 0^h,288$ d'eau, et laisseront libre un poids de $0^h,032 \times 26,90 = 0^h,861$ d'azote.

De plus, les 0^h,160 d'oxygène se sont combinés avec les 0^h,02 d'hydrogène restant pour former un poids de 0^h,18 d'eau.

Enfin nous avons un poids de cendres égal à 0^h,023.

Réunissant ensemble tous ces produits de la combustion d'un kilogramme de houille, on forme le tableau suivant :

Acide carbonique.	2 ^h ,803
Azote	7,692
Vapeur d'eau	0,468
Cendres.	0,023

Multiplions maintenant ces poids par les chaleurs spécifiques de ces quatre corps tirées de notre tableau 4, on formera le tableau suivant, qui donne la quantité de calories nécessaire pour élever d'un degré la température de chacun de ces corps.

Acide carbonique. . .	$2^h,803 \times 0,221 = 0^m,620$	} 3 ^m ,439
Azote libre.	$7,692 \times 0,2734 = 2^m,118$	
Vapeur d'eau.	$0,468 \times 0,847 = 0^m,396$	
Cendres.	$0,023 \times 0,200 = 0^m,005$	

Il ne reste plus qu'à diviser la puissance calorifique de cette houille, trouvée plus haut de 7.285 calories, par 3^m,439, et l'on obtient pour

quotient 2.320, qui représente en degrés centigrades sa température théorique de combustion.

Telle est la marche du calcul pour un combustible quelconque dont on connaît la composition chimique; nous ajouterons toutefois que les résultats obtenus ne sont que des approximations, car l'on ignore encore si les chaleurs spécifiques varient, et comment elles varient, dans les hautes températures.

Chaleur rayonnante des combustibles. — Nous avons vu plus haut que la quantité totale de chaleur produite par un combustible est utilisée, soit immédiatement par son contact ou par sa flamme, soit à distance par son rayonnement.

Or le pouvoir rayonnant des divers combustibles est fort variable, mais il ne dépasse guère la moitié de la puissance calorifique totale d'un combustible donné.

Si l'on représente par l'unité cette puissance calorifique totale, les pouvoirs rayonnants des divers combustibles auront les valeurs suivantes :

Houille moyenne.	0,55
Coke à 0,15 de cendre.	0,55
Charbon de bois.	0,50
Charbon de tourbe.	0,50
Bois desséché à 100 degrés.	0,28
Bois ordinaire à 0,20 d'eau.	0,25
Tourbe desséchée à 60 degrés.	0,25
Tourbe à 0,20 d'eau.	0,25

Ainsi la houille moyenne, qui tient le premier rang, ne rayonne plus, à 1 mètre de distance, que les 0,55 de la quantité totale de chaleur qu'elle dégage en brûlant, et l'on sait que l'intensité de la chaleur rayonnée décroît en raison inverse du carré des distances.

Bois. — Les essences employées dans les fours céramiques varient avec les localités: ce sont, le plus souvent, le pin, le hêtre, le charme, le chêne, le bouleau, le sapin, le tremble, l'aulne et le saule. En inscrivant ces bois dans l'ordre ci-dessus, nous les classons suivant l'effet que produit leur flamme en chauffant l'eau dans un vase clos; on voit ainsi que la flamme du pin est la plus avantageuse.

Brongniart a déterminé la composition chimique de toutes ces essences; on peut admettre, d'après ces analyses, que cette compo-

tion est la même pour toutes, et qu'elle comprend les éléments suivants par kilogramme de bois et pour différents degrés de dessiccation.

TABLEAU 6. — COMPOSITION CHIMIQUE DES BOIS

ÉLÉMENTS CONSTITUANTS.	BOIS complète- ment desséché.	BOIS contenant 25 % d'eau.	BOIS contenant 25 % d'eau.
Carbone	0,5038	0,4030	0,3179
Hydrogène	0,0607	0,0486	0,0455
Azote	0,0091	0,0073	0,0068
Oxygène	0,4126	0,3301	0,3095
Cendres	0,0138	0,0110	0,0103
Eau	»	0,2000	0,2500
Totaux	1,000	1,000	1,000

Si l'on calcule la puissance calorifique du bois d'après les quantités de carbone et d'hydrogène en excès indiquées dans ce tableau, on trouve qu'elle s'élève, par kilogramme, à 4.400 calories pour le bois parfaitement sec, à 3.300 pour celui qui contient encore 20 % d'eau, et enfin à 3.300 calories pour le bois à 25 % d'eau. Or les bois dont on se sert dans l'industrie contiennent toujours au moins 20 % d'eau; dès lors on peut admettre 3.300 à 3.500 pour la puissance calorifique du bois.

Remarquons toutefois que cette puissance calorifique ne peut être utilisée tout entière, car une certaine quantité s'en distrait pour vaporiser et chauffer l'eau hygrométrique. Les calculs, d'accord avec des expériences directes, ont permis d'assigner au bois ordinaire à 25 % d'eau une puissance calorifique de 3.000 calories : c'est le chiffre qu'il convient d'adopter en pratique.

La chaleur rayonnée par le bois coupé en petits morceaux est à peu près la même pour toutes les essences. D'après les expériences de Pécllet, elle est les 0,28 de la puissance calorifique pour les bois parfaitement secs, et les 0,25 pour les bois à 20 % d'eau.

On voit par le tableau précédent que la combustion du bois laisse une très faible quantité de cendre. Cette cendre se compose de *sels alcalins solubles*, qui sont des carbonates, des sulfates et des chlorhydrates de potasse et de soude, et de *sels terreux insolubles* qui sont des carbonates et des phosphates de magnésie et de manganèse.

Il résulte de cette composition des cendres que si, par l'effet d'un

vif courant d'air ou par toute autre cause, elles sont entraînées dans le four et vont se déposer sur les parois et sur les produits en cuisson, les sels alcalins formeront des silicates fusibles au détriment de la surface des produits. Les cendres qui contiennent du fer ou du manganèse font des taches noires : c'est l'un des inconvénients des combustibles qui contiennent beaucoup de cendres.

On peut compter que les diverses essences de bois ont besoin de dix-huit mois ou deux ans pour perdre toute la quantité d'eau hygrométrique qu'elles peuvent perdre : toutefois, les bois résineux (pin, sapin), se dessèchent plus vite que les bois blancs (bouleau, tremble, aulne, saule) et surtout plus vite que les bois durs (chêne, hêtre, charme) qui ont besoin de deux années en moyenne pour sécher.

La densité du bois varie d'une essence à l'autre, elle varie aussi suivant le degré de dessiccation. Voici, d'après M. Chevandier, le poids du stère des différents bois complètement desséchés.

Pin (bois de quartiers).	256*00
— (rondinage de branches).	281 00
— (rondinage de brins).	283 00
Hêtre (bois de quartiers).	380 00
— (rondinage de branches).	304 00
— (rondinage de brins).	314 00
Charme (bois de quartiers).	370 00
— (rondinage de branches).	298 00
— (rondinage de brins).	313 00
Chêne (bois de quartiers).	371 00
— (rondinage de branches).	277 00
— (rondinage de brins).	317 00
Bouleau (bois de quartiers).	338 00
— (rondinage de branches).	269 00
— (rondinage de brins).	318 00
Sapin (bois de quartiers).	277 00
— (rondinage de branches).	287 00
— (rondinage de brins).	312 00
Tremble (quartiers et rondins mêlés).	273 00
Aulne (bois de quartiers).	293 00
— (rondinage de brins).	283 00
Saule (quartiers et rondins mêlés).	285 00
— (rondinage de brins).	276 00

Si l'on a besoin de connaître la puissance calorifique du stère de ces

bois, il suffit de multiplier le poids du stère par la puissance calorifique du bois, qui est de 3.000 calories : ce sont naturellement les essences les plus denses, le chêne, le hêtre, le charme, qui fourniront par stère la plus grande quantité de chaleur.

Tourbe. — La tourbe est un combustible très imparfait, qui résulte de l'accumulation et de l'enchevêtrement des racines et des tiges de végétaux aquatiques; elle forme des couches dans des lieux relativement bas et marécageux, dans des vallées à pentes faibles; on trouve de riches tourbières en Hollande, en Silésie, en Westphalie. En France on compte environ 2.000 tourbières exploitées, et un millier d'inexploitées, réparties entre 40 départements, dont les principaux sont : la Somme, le Pas-de-Calais, la Loire-Inférieure, l'Isère, l'Oise, la Seine-et-Oise, l'Aisne, le Nord, les Vosges, l'Aube, etc.

La tourbe est fort employée en Allemagne et en Hollande dans les fours céramiques, car la combustion, bien que lente, en est fort régulière; mais il est nécessaire que les fours soient voisins de tourbières, afin que la tourbe, n'ayant à subir que des frais de transports peu élevés, conserve tous ses avantages. Il est indispensable aussi qu'elle soit parfaitement séchée à l'air, sans quoi la vaporisation de l'eau qu'elle contient absorbe une telle proportion de sa puissance calorifique, qu'elle ne possède plus assez de chaleur pour cuire les poteries. Mais aussi, lorsque ces conditions sont remplies, lorsque surtout la tourbe, desséchée à 25 ou 30 % d'eau, est riche en carbone, elle est parfaitement capable de cuire, non seulement les poteries de bâtiment, mais même les porcelaines qui exigent une température de 1.500 à 1.600 degrés centigrades.

C'est ainsi qu'en Allemagne, où la tourbe est riche en carbone, elle est employée dans un grand nombre de fours Hoffmann à feu continu, où elle donne de bons résultats. Ce combustible est plus rare en France, et par conséquent peu employé dans les fours céramiques.

Cependant un céramiste bien connu, M. Lombard, de Septveilles (Seine-et-Marne), propriétaire d'importantes tourbières, n'a pas hésité à appliquer ses tourbes à la cuisson des poteries de bâtiment dans des fours Hoffmann, et il n'a eu qu'à se louer de la qualité de ses produits et de l'économie qu'il a réalisée.

La composition chimique de la tourbe est fort variable. Le tableau suivant contient les analyses d'un certain nombre de tourbes préalablement desséchées : les trois premières sont dues à Regnault, les autres à M. de Marsilly.

TABLEAU 7. — COMPOSITION DE QUELQUES TOURBES
COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉES

DÉSIGNATION DES TOURBES.	Densité.	COMPOSITION POUR 1 KILOGR.				Hydrogène en excès.	Puissances calorifiques.
		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Cendres.		
Tourbe de Vulcaire (Somme) . . .	*	0,5703	0,0563	0,3176	0,0558	0,0166	calories.
Id. de Long (Somme)	*	0,5809	0,0593	0,3137	0,0461	0,0201	5.180
Id. de Champ-de-feu (Vosges) . .	*	0,5779	0,0611	0,3097	0,0553	0,0224	5.380
Id. de Bressles (Oise), noire, 1 ^{re} qualité.	1.070 ^h	0,4778	0,0716	0,3606	0,0900	0,0265	5.440
Id. de Bressles (Oise), mousseuse, 2 ^e qualité.	839	0,4680	0,0565	0,4115	0,0640	0,0084	4.774
Id. de Thésy, noire, 1 ^{re} qualité. . .	946	0,5067	0,0576	0,3687	0,0670	0,0115	3.957
Id. id. id. 2 ^e qualité.	888	0,4365	0,0579	0,3666	0,1400	0,0121	4.490
Id. de Bourdon, noire, 1 ^{re} qualité.	1.147	0,4769	0,0601	0,3930	0,0700	0,0110	3.944
Id. de Camen, noire, 1 ^{re} qualité.	1.189	0,4611	0,0599	0,3850	0,0940	0,0118	4.232
Id. de Remiencourt, blanche.	904	0,4299	0,0222	0,1971	0,6508	0,0000	4.132
							1.050

Les puissances calorifiques de ce tableau ne sont pas les puissances réelles et pratiques de ces tourbes, car ces dernières ont été complètement desséchées avant d'être soumises aux analyses. Or les tourbes les mieux desséchées qu'on emploie dans l'industrie contiennent encore environ 25 %, d'eau, qu'on ne pourrait leur faire perdre qu'en les soumettant à un courant d'air chauffé à 50 ou 60 degrés centigrades.

Pour obtenir la véritable puissance calorifique, il faut donc tenir compte de cette eau, en diminuant de 25 % les quantités portées à la colonne des puissances calorifiques. Ce n'est pas tout : une partie de la chaleur trouvée ainsi sera naturellement employée à vaporiser et à chauffer cette eau, comme on l'a vu plus haut pour le bois, ce qui abaissera notablement la puissance calorifique des tourbes.

Des expériences faites en grand sur les trois premières tourbes du tableau précédent, contenant encore 25 % d'eau, ont accusé une puissance calorifique de 3.600 calories, ce qui indiquerait qu'on obtiendra la puissance calorifique pratique des tourbes précédentes en diminuant d'un tiers celles qui sont inscrites au tableau.

L'emploi de la tourbe à la cuisson des poteries présente un inconvénient ; c'est la quantité considérable de cendres qu'elle donne en brûlant et contre lesquelles il faut se tenir en garde ; car ces cendres tantôt calcaires, tantôt argileuses, suivant les terrains qui les recèlent, contiennent presque toujours des sels alcalins, mais en proportion

moins grande que les cendres de bois. Les effets destructeurs de ces sels alcalins sur les produits et sur les parois des fours ont été exposés plus haut à propos du bois; nous n'y reviendrons pas.

La proportion des cendres s'élève souvent jusqu'à 20 %, du poids de la tourbe, et peut même dépasser de beaucoup ce chiffre, ainsi qu'on le voit par celle de Remiencourt.

D'après Pécllet, la chaleur rayonnée par la tourbe est le quart ou les 0,25 de sa puissance calorifique.

Lignites. — Les lignites sont de formation plus ancienne que la tourbe et plus récente que la houille; leurs caractères varient suivant leur âge. On les trouve dans les terrains secondaires et surtout à la base des terrains tertiaires.

Le plateau de Larzac contient, au-dessus du lias, un lignite compact bitumineux qui offre les principaux caractères de la houille; il en est de même de certains lignites tertiaires, tels que ceux de Provence. Toutefois ils se distinguent de la houille par l'odeur forte et piquante qu'ils dégagent en brûlant, et par la couleur de leur poussière, qui est brune, tandis que celle de la houille est d'un noir velouté. Certaines variétés conservent la forme et la structure intime des végétaux d'où elles proviennent offrant une couleur noire imparfaite et même brune.

Les lignites sont plus impurs que la houille; la plupart brûlent avec une flamme longue, peu chaude, fuligineuse, et sont impropres à la forge.

Les principales exploitations de lignite, en France, sont celles de la Provence, et particulièrement celle du bassin de Fuveau (Bouches-du-Rhône), puis celles de Forcalquier (Basses-Alpes), de Dax (Landes), etc.

Voici, d'après les analyses de Regnault, la composition des lignites dont nous venons de parler, après leur dessiccation complète.

TABLEAU 8. — COMPOSITION DE QUELQUES LIGNITES COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉS

DÉSIGNATION DES LIGNITES.	Densité.	COMPOSITION POUR 1 KILOGR.				Hydrogène en excès.	Puissances calorifiques.
		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Cendres.		
Lignite de Dax (Landes)	1,272 ⁵	0,7019	0,0659	0,1893	0,0499	0,0322	calories. 6.806
Id. des Bouches-du-Rhône . .	1,254	0,6388	0,0458	0,1811	0,1343	0,0332	5.961
Id. des Basses-Alpes	1,276	0,7002	0,0620	0,2177	0,0301	0,0248	6.512

Houille. — La houille se rencontre dans les terrains supérieurs au terrain carbonifère, et jusque dans l'étage jurassique; mais la véritable houille se trouve toujours au même niveau géologique, entre le terrain de transition et le terrain permien; on peut la considérer comme de l'anhracite imprégné de bitume; sa structure est souvent schisteuse avec une tendance à se diviser en fragments rectangulaires. Elle est fragile, assez tendre et brûle facilement, avec une flamme jaunâtre accompagnée de fumée, en exhalant une odeur bitumineuse. Chauffée en vase clos, elle abandonne plusieurs gaz et se transforme en une espèce d'anhracite boursoufflé qu'on appelle *coke*.

On distingue plusieurs variétés de houille suivant leur manière d'être et les usages auxquels elles conviennent le mieux; ce sont :

Les houilles sèches à longue flamme, employées surtout pour le chauffage des machines à vapeur.

Les houilles grasses à longue flamme, les meilleures pour la cuisson des poteries à de hautes températures, et pour les fours à réverbère.

Les houilles grasses maréchales, dont le nom indique le mode d'emploi.

Les houilles grasses et durës, employées surtout en métallurgie.

Au moment de son extraction, la houille ne contient guère que 2 % d'eau; mais dans le commerce, comme on n'a pas soin de l'abriter, elle en contient toujours une quantité beaucoup plus considérable.

Dans les foyers, la houille donne toujours une quantité de cendres plus considérable qu'à l'analyse; cela est dû aux parcelles de coke qui tombent de la grille et qui échappent à la combustion. Dans les cas ordinaires de la pratique, on peut évaluer à 10 ou 12 %, soit 15 à 16 en moyenne, le résidu qu'elles laissent dans le cendrier.

La densité de la houille varie de 1.160 à 1.600 kilogr. le mètre cube. Le poids de l'hectolitre en morceaux varie de 80 à 90 kilogr. : il est de 80 à 85 kilogr. pour la houille menue, de 80 kilogr. pour le mélange de gros et de menus morceaux, de 65 à 66 kilogr. seulement pour la houille grêle, c'est-à-dire sans mélange de menu.

On a remarqué que les houilles sont d'autant plus collantes qu'elles contiennent une plus grande quantité d'hydrogène en excès sur l'oxygène. Plus cette quantité est considérable, et plus la proportion de gaz devient grande à la distillation; la combinaison du combustible avec l'oxygène de l'air en devient aussi plus rapide, la combustion plus vive, la flamme plus longue.

Regnault a analysé les principales variétés de houilles, après en

avoir opéré la dessiccation complète à 120 degrés centigrades. Voici le tableau de ces analyses avec la densité des houilles et leurs puissances calorifiques calculées à raison de 34.500 pour l'hydrogène en excès et de 8.080 pour le carbone.

TABLEAU 9. — COMPOSITION DE QUELQUES HOUILLES
COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉES

DÉSIGNATION DES HOUILLES.	Densité.	COMPOSITION POUR 1 KILOGR.				Hydrogène en excès.	Puissances calorifiques.
		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Cendres.		
<i>Houille sèche à longue flamme.</i>							calorim.
Blanzy.	1.362 ²	0 ⁸ 7648	0 ⁴ 0523	0 ⁴ 1001	0 ⁰ 0228	0 ⁴ 0323	7.204
<i>Houille grasse à longue flamme.</i>							
Mons (Flénu)	1.276	0,8467	0,0529	0,0794	0,0210	0,0430	8.324
Id.	1.292	0,8387	0,0542	0,0703	0,0368	0,0454	8.343
Rive-de-Gier (Clémence)	1.288	0,8204	0,0527	0,0912	0,0357	0,0413	8.054
Id.	1.294	0,8483	0,0564	0,0657	0,0290	0,0479	8.307
Id. (Gouzon)	1.298	0,8258	0,0559	0,0911	0,0272	0,0445	8.207
Id.	1.311	0,8171	0,0499	0,0798	0,0532	0,0309	7.978
Lavaysse (Aveyron)	1.284	0,8212	0,0527	0,0748	0,0543	0,0433	8.130
Epinae (Saône-et-Loire)	1.353	0,8112	0,0510	0,1125	0,0253	0,0369	7.827
Commentry (Allier)	1.319	0,8272	0,0529	0,1175	0,0024	0,0382	8.004
Lancashire (Cannel-coal)	1.317	0,8375	0,0566	0,0804	0,0255	0,0466	8.375
<i>Houille grasse marchale.</i>							
Rive-de-Gier	1.298	0,8745	0,0514	0,0563	0,0178	0,0444	8.598
Id. (Grand-Croix)	1.302	0,8779	0,0486	0,0591	0,0144	0,0412	8.514
Newcastle	1.280	0,8705	0,0524	0,0541	0,0140	0,0456	8.680
<i>Houille grasse et dure.</i>							
Alais (Rochebelle)	1.322	0,8927	0,0485	0,0447	0,0141	0,0429	8.633
Rive-de-Gier (P. Henry)	1.315	0,8785	0,0490	0,0429	0,0296	0,0436	8.602

On voit, par ce tableau, que la puissance calorifique des houilles est considérable, et qu'elle est plus grande pour les houilles grasses que pour les maigres. Toutefois elle est pratiquement inférieure aux quantités ci-dessus parce que les échantillons des analyses ont été choisis et desséchés. Des expériences, faites en grand sur les houilles du commerce avec leur eau hygrométrique et 15 ou 16 % de cendres, ont conduit à adopter une puissance calorifique moyenne de 8.000 calories.

Les cendres des houilles sont généralement argileuses à cause des couches schisteuses au milieu desquelles se trouve intercalé ce combustible; quelquefois elles contiennent du carbonate de chaux et du sulfate de chaux; ce dernier sel est produit par les pyrites qui se trouvent dans certaines houilles en quantité notable. Ces pyrites

donnent des cendres ferrugineuses colorées qui tachent les poteries.

On regarde la houille comme supérieure au bois pour la cuisson des briques. Dans le Nord, où les fours en plein air sont en usage, on emploie de préférence les houilles maigres à courte flamme, voisines de l'anhracite, parce qu'elles s'étendent bien sur les assises de briques et laissent mieux passer l'air nécessaire à la combustion. Mais, dans les fours Hoffmann à feu continu, les houilles grasses à longue flamme sont préférables.

Anthracite. — L'anhracite est de formation plus ancienne encore que la houille et gît habituellement dans les terrains anciens dits de transition. C'est, chimiquement, du carbone avec quelques traces d'hydrogène, et une proportion de matières terreuses (silice, alumine et oxyde de fer) qui peut s'élever à 8 ou 10 %.

Il est compact et dur, noir, assez éclatant, sec au toucher : il brûle difficilement, presque sans flamme ni fumée, et dégage une grande quantité de chaleur ; aussi, quand on n'utilise pas la flamme, il fournit un excellent combustible, si l'on dispose d'un tirage suffisant.

On l'utilise principalement pour la cuisson des briques, en le mélangeant avec les produits à cuire ; ce contact est rendu nécessaire par l'absence de flamme dans la combustion de l'anhracite ; mais la grande chaleur qu'il dégage est suffisante pour cuire les briques dans le voisinage immédiat des points de combustion.

Voici, d'après Regnault, la composition chimique de quelques anhracites complètement desséchés :

TABLEAU 10. — COMPOSITION DE QUELQUES ANTHRACITES COMPLÈTEMENT DESSÉCHÉS

DÉSIGNATION DES ANTHRACITES.	Densité.	COMPOSITION POUR 1 KILOGR.				Hydrogène en excès.	Puis- sances calori- fiques.
		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Cendres.		
<i>Anthracites du terrain carbonifère.</i>							<i>calories</i>
Pennsylvanie.	1.462 ⁵	0.9045	0.0243	0.0243	0.0167	0.0212	8.040
Pays de Galles	1.348	0.9256	0.0333	0.0253	0.0158	0.0302	8.520
Mayenne.	1.367	0.9198	0.0392	0.0316	0.0094	0.0353	8.650
Bolduc.	1.343	0.9145	0.0418	0.0312	0.0225	0.0379	8.605
<i>Anthracites du terrain secondaire.</i>							
Lamure	1.362	0.8977	0.0167	0.0399	0.0457	0.0117	7.637
Macot	1.319	0.7149	0.0092	0.0112	0.2647	0.0078	6.065

On adopte généralement le chiffre de 8.000 calories pour la puis-

sance calorifique moyenne des anthracites du terrain carbonifère.

Combustibles gazeux. — Les combustibles gazeux sont en petit nombre : ce sont l'hydrogène, le bicarbure et le protocarbure d'hydrogène, et enfin l'oxyde de carbone. Le premier, dont le pouvoir calorifique est de beaucoup le plus considérable, ne s'obtient pas encore assez économiquement dans l'industrie pour permettre un chauffage en grand ; le deuxième, qui compose, pour la plus grande partie, le gaz de l'éclairage, et dont la chaleur est très grande aussi, coûte beaucoup trop cher pour être employé directement à la cuisson des produits céramiques. Quant au protocarbure d'hydrogène, ou gaz des marais, il se dégage naturellement de la terre en certaines localités, mais il n'a jamais pu être utilisé. Enfin l'oxyde de carbone, dont la chaleur de combustion, sans être très considérable en elle-même, est cependant suffisante, s'obtient aisément en brûlant des combustibles de qualité inférieure.

Mais on a remarqué depuis longtemps que la distillation des divers combustibles naturels, bois et ses dérivés, houille et ses dérivés, produit un mélange de gaz dont les uns sont inertes et dont les autres sont combustibles et comprennent les quatre gaz dont nous venons de parler. On a donc cherché tout naturellement à produire économiquement ces gaz pour les adapter aux chauffages industriels. C'est ainsi que le gaz des hauts-fourneaux est utilisé pour chauffer des chaudières de machines à vapeur.

Or la distillation en vase clos, telle qu'on l'emploie pour fabriquer le gaz de l'éclairage, donnerait un gaz à la fois trop coûteux et en quantité insuffisante. Mais on peut obtenir économiquement des gaz combustibles en brûlant les combustibles solides disposés en *couches épaisses* dans des foyers ou dans des fours à cuves. On produit ainsi, dans les couches supérieures, une espèce de distillation dont les résultats sont comparables à ceux de la distillation en vase clos, ce qui peut s'expliquer de la manière suivante :

Si l'on suppose un foyer en incandescence avec une couche ordinaire de 0,15 ou 0,20 d'épaisseur de combustible, l'air qui s'introduit, en montant à travers la grille, se trouvant en contact avec une quantité relativement faible de charbon à haute température, le brûle en le transformant en acide carbonique, de sorte que, dans ce cas, les produits de la combustion sont surtout de l'azote et de l'acide carbonique, et ensuite, mais en moindre proportion, de la vapeur d'eau et de l'oxygène, et enfin des traces d'hydrogène et de carbure d'hydro-

gène non brûlés; presque tous ces produits sont ainsi, comme on le voit, des gaz inertes.

Mais le résultat est changé si l'on place sur la grille une couche épaisse de combustible, et si l'on diminue en même temps la quantité d'air qui alimente la combustion. Alors cet air forme, d'abord, de l'acide carbonique, en traversant les couches inférieures de charbon; mais cet acide carbonique, s'élevant ensuite à travers le charbon incandescent des couches supérieures, en dissout une certaine quantité et se change en oxyde de carbone. Cette réaction, qui a été observée depuis longtemps sur les foyers des hauts-fourneaux, tout en produisant de l'oxyde de carbone, gaz combustible, abaisse en même temps la température du foyer, par suite de la chaleur rendue latente par la transformation de l'acide carbonique en un volume double d'oxyde de carbone. On a remarqué que la réaction dont nous parlons est beaucoup plus sensible dans les foyers au bois que dans ceux à la houille, ce qui s'explique aisément par la porosité du charbon de bois, qui est beaucoup plus grande que celle du coke. L'effet de cette porosité est de livrer au contact de l'acide carbonique une surface bien plus considérable de charbon, et de faciliter par conséquent la production de l'oxyde de carbone.

Il résulte de cette réaction chimique que, dans le cas d'un foyer chargé d'une couche épaisse de combustible, les produits de la combustion seront surtout de l'azote et de l'oxyde de carbone, puis de la vapeur d'eau, et des quantités minimales d'hydrogène et de carbures d'hydrogène, qui, ne pouvant se brûler dans une atmosphère privée d'oxygène, se mélangent avec l'azote et l'oxyde de carbone, et forment un gaz qu'on appelle le *gaz des gazogènes*.

La composition de ce gaz varie naturellement avec la nature du combustible employé. Voici celle de deux gaz provenant, l'un, du gueulard des hauts-fourneaux de Clairval et d'Audincourt, chauffés au charbon de bois; l'autre, de la combustion d'une houille moyenne demi-grasse : le premier a été analysé par Ebelmen, et les éléments du second sont donnés par M. Bourry dans une note qu'il a publiée sur le four de Schwandorf.

TABLEAU 11. — COMPOSITION DU GAZ DES GAZOGÈNES

ÉLÉMENTS CONSTITUANTS.		GAZ du charbon de bois.	GAZ d'une houille demi- grasse.
Gaz combustibles.	Oxyde de carbone	0,2224	0,2500
	Hydrogène	0,0041	0,0060
	Carbures d'hydrogène.	"	0,0140
Gaz incombustibles.	Azote	0,5730	0,6500
	Acide carbonique	0,1835	0,0800
Poids totaux		1,0000	1,0000
Puissances calorifiques		675 cal.	981 cal.
Volume occupé par 1 kilogr. de gaz		0 ^m ,840	0 ^m ,773

Il est facile de tirer de ces analyses les conclusions suivantes, sachant d'ailleurs qu'un kilogramme de charbon de bois contient 0^k,79 de carbone, et qu'un kilogramme de houille demi-grasse en contient 0^k,83, et en admettant que le carbone de la houille et celui du bois brûlent complètement.

1° Il faut brûler 0^k,184 de charbon de bois pour produire 1^k,00 de gaz, d'où il suit que 1^k,00 de charbon de bois produit 5^k,43 de gaz, correspondant à un volume de 4^m,950. Or, l'analyse ci-dessus donnant 675 calories pour la puissance calorifique de ce gaz, on en conclut que celle de 5^k,43 de gaz, produits par 1^k,00 de charbon de bois, sera $5^k,43 \times 675 = 3.663$ calories, tandis que la puissance calorifique du charbon de bois est d'environ 7.000 calories.

2° Il faut brûler 0^k,470 de houille demi-grasse pour produire 1^k,00 de gaz, d'où il suit que 1^k,00 de houille produit 5^k,90 de gaz correspondant à un volume de 4^m,960. Or la puissance calorifique de ce gaz étant de 981 calories, d'après l'analyse ci-dessus, on voit que celle de 5^k,90 de gaz fournis par 1^k,00 de houille sera de $5^k,90 \times 981 = 5.788$ calories, tandis que ce même kilogramme de houille fournit en brûlant une puissance calorifique de 8.000 calories.

3° Un kilogramme de houille produit environ 5.000 litres de gaz, tandis qu'il ne produit que 300 litres de gaz d'éclairage.

Il résulte de ces chiffres que le gaz des gazogènes développe une puissance calorifique bien inférieure à celle que donnerait le poids de combustible qui le produit. Toutefois, il ne faut pas inférer de ces conclusions que le gaz des gazogènes ne fournit pas assez de chaleur

pour la cuisson des produits céramiques, ni que l'emploi de ce gaz est forcément plus coûteux que celui de la houille.

En effet, si nous cherchons, d'après les analyses précédentes, la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré centigrade un kilogramme du gaz de la houille demi-grasse, nous trouvons les chiffres suivants :

Acide carbonique avant la combustion. . .	$0^{\circ} 08 \times 0,221 = 0,01768$
Azote avant la combustion.	$0^{\circ} 63 \times 0,275 = 0,17875$
Acide carbonique après la combustion. . .	$0^{\circ} 433 \times 0,221 = 0,09569$
Azote introduit par l'air nécessaire à la combustion.	$0^{\circ} 753 \times 0,275 = 0,20763$
Vapeur d'eau après la combustion. . . .	$0^{\circ} 079 \times 0,847 = 0,06691$
Total.	<u>0,56666</u>

Or la puissance calorifique de ce gaz étant de 981 calories, la température de combustion sera égale à $\frac{981}{0,56666} = 1.730$ degrés centigrades.

On trouverait, par des calculs semblables, que la température de combustion du gaz provenant du charbon de bois, est également de 1.730 degrés.

Ces températures sont largement suffisantes pour cuire des produits tels que les briques, les tuiles, les carreaux, etc., qui n'exigent, pour la plupart, que 1.000 à 1.300 degrés.

Toutefois on peut obtenir des températures beaucoup plus élevées et capables de cuire même la porcelaine dure, en ayant soin de condenser les produits liquides condensables (goudron, acide acétique) et en chauffant les gaz avant de les brûler dans les fours.

D'un autre côté, on a constaté que les combustibles de qualité inférieure et à bon marché, qui, brûlés directement, ne donneraient souvent que des résultats médiocres pour la cuisson des poteries, fournissent au contraire un gaz excellent; tels sont : l'antracite, la tourbe, la tannée, les lignites, les tourteaux, la sciure de bois, etc. On conçoit dès lors que le bas prix de ces divers combustibles puisse rendre l'emploi de leurs gaz plus économique que l'emploi direct de la houille.

A cette raison d'économie se joignent d'ailleurs d'autres avantages extrêmement importants qui ont toujours préoccupé les céramistes et qui peuvent se résumer ainsi :

Absence absolue de cendres qui tachent toujours les produits;

Conduite régulière et facile du feu, permettant de cuire à la température voulue, de rendre à volonté l'atmosphère du four oxydante ou réductrice, d'entretenir dans toutes les parties du four une chaleur uniforme.

Mais, pour que la cuisson au gaz réalise tous ces avantages, elle doit remplir certaines conditions : il convient d'abord que le combustible employé brûle tout entier, sans laisser d'autres résidus que des cendres ; c'est le cas de la tourbe, du bois et des dérivés du bois. Quant à la houille et à ses dérivés, anthracite et lignite, il est bon de n'admettre que les variétés qui donnent le moins de coke, car ce coke ne trouverait guère son emploi, et constituerait par conséquent une perte.

Ensuite il est nécessaire que la production du gaz par le gazogène soit strictement limitée à la quantité de gaz nécessaire à la cuisson des produits : on y arrive en réglant le tirage et l'introduction de l'air à travers le combustible.

Il n'est pas moins nécessaire de produire, dans le four, le mélange parfaitement intime du gaz et de l'air nécessaire à sa combustion, et cela dans tous les points où le gaz est amené, afin que ce dernier soit brûlé partout complètement et puisse entretenir une chaleur égale dans toutes les parties du four.

Il est toujours avantageux d'employer les combustibles les plus secs possibles ; nous voulons parler surtout des bois et de la tourbe, car la grande quantité de vapeur d'eau qu'ils fournissent dans leur état naturel diminuerait beaucoup la température de combustion du gaz ; en tous cas, la condensation de la vapeur d'eau entraînée par le gaz produit sera toujours une opération utile.

Nous examinerons plus loin les dispositifs des fours céramiques où l'on est parvenu à réaliser économiquement la cuisson par le gaz.

Puissances calorifiques des combustibles. — Nous résumons dans le tableau suivant les puissances calorifiques des divers combustibles tels qu'ils sont employés dans l'industrie ; nous y joignons leurs pouvoirs rayonnants, en supposant leurs puissances calorifiques égales à l'unité.

TABLEAU 12. — PUISSANCES CALORIFIQUES
DES COMBUSTIBLES INDUSTRIELS

DÉSIGNATION DES COMBUSTIBLES.	PUISSANCES calorifiques.	POUVOIRS rayonnants.
	calories	
Bois desséché à 140 degrés	4.000	0.28
Bois à 0,25 d'eau	3.000	0.25
Charbon de bois des forêts	7.000	0.50
Tourbe sèche à 0,05 de cendre	5.300	0.25
Tourbe à 0,25 d'eau	3.600	0.25
Charbon de tourbe	3.800	0.50
Houille moyenne	8.000	0.55
Coke à 0,05 de cendre	7.620	0.55
Coke à 0,15 de cendre	6.800	0.55

Quantité de chaleur nécessaire à la cuisson des poteries du bâtiment. — Il serait certainement très utile de connaître la quantité de chaleur strictement nécessaire pour cuire, à un degré donné, une terre de composition donnée. Malheureusement l'élément indispensable à une telle détermination, c'est-à-dire la chaleur spécifique de la terre cuite, n'a pas été déterminée encore. Il est vrai que la composition de ces corps est tellement variable, et que leur cuisson se fait à une température tellement élevée qu'il serait bien difficile de fixer un coefficient absolu. Nous profitons néanmoins de cette occasion pour appeler sur cette recherche l'attention de nos grands céramistes : car la connaissance de cette chaleur spécifique permettrait d'apprécier exactement la quantité de chaleur perdue, pendant la cuisson, dans les différentes espèces de fours, au point de vue spécial de l'utilisation plus ou moins complète de la chaleur dégagée par le combustible.

Toutefois, nous allons tenter d'aborder le problème en nous servant des données acquises : ainsi le verre, qui est un silicate de soude et de chaux, a une chaleur spécifique de 0,177 entre zéro et 100 degrés centigrades et de 0,190 entre zéro et 300 degrés ; d'un autre côté, les chaleurs spécifiques de l'alumine, de la silice et du peroxyde de fer, qui entrent surtout dans la composition des pâtes céramiques, sont respectivement de 0,1976, 0,1913 et 0,1669. Il nous semble, en considérant ces chiffres, qu'on pourrait, sans grande erreur, et jusqu'à nouvel ordre, admettre 0,200 pour la chaleur spécifique des terres cuites que nous considérons.

Cela posé, cherchons la quantité de chaleur ou le nombre de calo-

ries C nécessaire pour obtenir, après la cuisson, 1.000 kilogrammes d'une terre qui cuirait à T degrés centigrades, et qui contiendrait encore, avant la cuisson, un poids de K kilogrammes d'eau de composition ou de fabrication.

Si l'on remarque qu'un kilogramme d'eau absorbe 637 calories pour se vaporiser, et que la chaleur spécifique d'un kilogramme de vapeur d'eau est de 0,847, on trouvera que la quantité C sera donnée par la formule :

$$C = (0,20 \times 1.000 \times T) + 0,637 K + 0,847 K(T - 100)$$

qui, simplifiée, devient la suivante :

$$(2) \quad C = 200 T + K (552,30 + 0,847 T).$$

Cette formule est générale : elle satisfait à toutes les hypothèses qu'on voudra faire sur le degré d'humidité de la terre à cuire et sur sa température de cuisson ; si même, par miracle, la terre était enfournée absolument sèche, il n'y a qu'à poser $K = 0$, et la formule deviendrait :

$$(3) \quad C = 200 T.$$

Appliquons ces formules à un cas assez ordinaire dans la pratique, et supposons une terre cuisant à 1.000 degrés centigrades et contenant encore 10 % d'eau avant la cuisson : nous poserons dans la formule (2) $T = 1.000$ et $K = 100^k,00$, ce qui donnera :

$$\begin{aligned} C &= (200 \times 1.000) + 100 (552,30 + 0,847 \times 1.000) \\ &= 200.000 + 140.000. \\ &= 340.000 \text{ calories.} \end{aligned}$$

Il faudrait donc 340.000 calories pour obtenir, après cuisson, 1.000 kilogrammes de la terre proposée. En admettant la cuisson à la houille et 8.000 calories pour la puissance calorifique de ce combustible, on trouve qu'il faudrait brûler $\frac{340.000}{8.000} = 42^k50$ de houille.

Si la terre était complètement sèche avant la cuisson, on emploierait la formule (3) qui donnerait :

$$C = 200.000 \text{ calories,}$$

ce qui exigerait $\frac{200.000}{8.000} = 25^k00$ de houille.

Ce dernier chiffre ne se réalise certainement jamais en pratique, mais il indique le minimum de houille qui cuirait une terre absolument sèche à 1.000 degrés centigrades.

Ces deux résultats des formules (2) et (3) font ressortir l'énorme proportion dans laquelle l'eau contenue dans la terre à cuire élève la dépense de combustible. Ainsi il résulte de la formule (2) que chaque kilogramme d'eau renfermé dans 1.000 kilogrammes d'une terre qui cuirait à 1.000 degrés exige 1.400 calories ou $\frac{1.400}{8.000} = 0,175$ de houille, tant pour se vaporiser que pour s'échauffer à la température du four.

Il résulte encore de la même formule qu'il suffit à une terre de contenir 14 % d'eau, soit exactement 143'00 d'eau par 1.000'00 de terre cuite pour doubler la quantité de houille nécessaire à la cuisson.

Ces considérations, jointes à des différences dans les températures de cuisson des terres, expliquent suffisamment les différences, quelquefois considérables, qui se remarquent d'une usine à l'autre, dans la dépense de combustible, alors même qu'on se servirait de fours semblables.

Nous ferons remarquer, en terminant, que les formules (2) et (3) établies pour la cuisson de 1.000 kilogrammes de terre cuite, font connaître immédiatement la quantité de calories et, par conséquent, la quantité de combustible nécessaire pour cuire un millier de produits dont on connaît le poids : ainsi un millier de briques pesant 2.600 kilogr., provenant d'une terre à 10 % d'eau et cuisant à 1.000 degrés, demanderait théoriquement $340.000 \times 2,60 = 884.000$ calories et $\frac{884.000}{8.000} = 110$ kilogr. de houille.

On trouverait de même qu'un millier de briques cuisant à 1.000 degrés exigerait 702.000 calories et 88 kilogrammes de houille, si elles contenaient encore 5 % d'eau avant la cuisson, et seulement 520.000 calories et 65 kilogrammes de houille, si elles étaient absolument sèches avant leur mise au four.

CHAPITRE QUATRIÈME

FOURS CÉRAMIQUES

Considérations générales. — La forme et le mode de construction des fours sont restés stationnaires durant des siècles. L'absence de routes et de débouchés, l'ignorance des lois de la physique et de la chimie, l'inutilisation des combustibles minéraux et gazeux, ont opposé longtemps des obstacles insurmontables aux progrès de cette industrie. Mais, depuis un siècle environ, ces mauvaises conditions ont peu à peu disparu : les sciences physiques et chimiques se sont répandues, les travaux de Péclel ont vulgarisé les lois de la chaleur, du chauffage et du séchage; la houille et ses dérivés se sont substitués économiquement au bois dans tous les chauffages industriels; enfin la création des chemins vicinaux et des chemins de fer a multiplié, dans des proportions inouïes, les relations et les débouchés commerciaux.

Les plus habiles fabricants surent mettre à profit ces facilités de communications pour aller au loin faire concurrence à leurs rivaux jusque sur leur propre terrain. Mais, pour soutenir une telle lutte, il fallait obtenir à bon marché d'excellents produits, et en quantités considérables. De là les nombreux efforts des techniciens pour perfectionner les anciens fours, et pour diminuer les frais de cuisson qui constituent l'élément principal du prix de revient des produits céramiques.

Grâce à tant d'efforts, l'industrie des fours a réalisé des progrès extrêmement remarquables. L'ingénieur Hoffmann surtout, par la création du four continu qui porte son nom, a fait faire un pas immense à la question, en réduisant à leur minimum les frais de cuisson. A l'heure présente encore, les techniciens sont loin d'avoir ralenti leurs recherches; le but qu'ils poursuivent aujourd'hui, c'est surtout la régularité de la cuisson et la conduite facile du feu. Nous verrons plus loin que ce but est maintenant presque atteint par la cuisson au gaz des gazogènes.

Nous nous proposons de décrire les principaux types de fours employés dans l'industrie qui nous occupe; toutefois nous passerons

rapidement sur les anciens fours abandonnés maintenant presque partout, afin d'insister davantage sur les fours nouveaux qui se construisent par milliers depuis quelques années. Mais il convient tout d'abord, afin de faciliter l'examen comparatif, de faire connaître les conditions générales que doivent remplir les fours à poteries de bâtiment.

Ces fours doivent être robustes et solides, afin d'avoir une longue durée; économiques, afin de ne pas élever inutilement l'intérêt et l'amortissement de l'outillage industriel; élastiques, afin de se prêter facilement, et sans se fissurer, aux effets de la dilatation que leur impriment les températures énormes qui se développent à l'intérieur.

Les murs des fours doivent pouvoir supporter, sans s'altérer, les températures de cuisson; ils doivent conserver, sans déperdition, toute la chaleur intérieure développée par le combustible; de plus, ils doivent être disposés de telle sorte qu'ils rayonnent toute cette chaleur sur les produits en cuisson, et qu'ils opposent le moins de résistance possible à la circulation et au dégagement des gaz de la combustion.

On arrive à réaliser ces conditions : 1° en exécutant les parois intérieures, non pas avec des matériaux calcaires qui se cuiraient et tomberaient en poussière, mais avec des matériaux réfractaires; 2° en ménageant, entre la chemise intérieure et la partie extérieure, un intervalle qu'on remplit avec des matières pulvérulentes, telles que le sable, qui conduisent mal la chaleur; 3° en donnant à la paroi intérieure des formes arrondies, et en évitant toutes saillies et tous angles vifs; 4° en évitant autant que possible, à l'intérieur du four, les armatures métalliques, qui, se dilatant plus que les murs, tendent à les renverser ou à les fissurer.

Il est encore quelques autres conditions que nous ne devons pas passer sous silence : les fours doivent présenter un enfournement et un défournement faciles des produits, se prêter à l'examen du feu, à l'introduction du combustible, avoir un tirage facile à régler, etc.

Après avoir exposé ces conditions, nous passerons à l'examen des divers systèmes de fours.

Nous partagerons tout d'abord les fours en deux grandes divisions : les *fours intermittents* et les *fours continus*.

Les *fours intermittents* sont ceux qu'on laisse éteindre après la cuisson de chaque fournée, afin de permettre le refroidissement et le défournement des produits cuits.

Les *fours continus* sont ceux qu'on laisse en feu durant toute une campagne, et dans lesquels on opère la cuisson, soit en faisant avancer

le feu à travers les produits, ce qui est le cas général, soit en faisant avancer les produits à travers le feu, ce qui est l'exception.

Les fours intermittents conviennent surtout aux petites usines dont la production est faible. Les fours continus, au contraire, semblent être l'apanage naturel des grandes fabriques dont la clientèle est nombreuse.

Les fours intermittents comptent un certain nombre de types parmi lesquels nous citerons : le *four flamand* appelé aussi *four à la volée* ou en *meule*; les *fours carrés* ou *rectangulaires*, voûtés ou découverts; les *fours ronds* nommés aussi *fours circulaires* ou *fours à alandiers*, les *fours superposés*, les *fours accolés*, le *four tunnel intermittent* de MM. Virollet et Duverne, etc.

Les fours continus comprennent aussi plusieurs systèmes parmi lesquels nous citerons le *four Hoffmann*; le *four Simon*; le *four Marle*; le *four de Schwandorf*; le *four Curot*, etc.

Nous décrirons les principaux types de ces deux groupes de fours en suivant naturellement l'ordre historique, car c'est le seul qui permette de saisir facilement la filiation des progrès réalisés.

1. — FOURS INTERMITTENTS

Fours flamands. Les fours flamands sont surtout en usage dans les Flandres, en Belgique, en Hollande, en Angleterre, et dans les contrées où le charbon n'est pas cher, et où les matériaux de construction sont rares.

Ce sont de véritables édifices à claire-voie, construits en plein air avec les briques à cuire. On connaît leur mode de construction : sur le sol uni et dressé, on réserve un espace carré ou rectangulaire, sur lequel on élève 4 ou 5 assises de briques bien cuites, en y disposant des *carneaux* ou *foyers*, qui s'étendent sur toute la largeur du tas; ces carneaux transversaux, espacés d'un mètre environ, sont reliés entre eux par un carneau longitudinal occupant l'axe de la meule; puis des vides verticaux ou *cheminées* surmontent çà et là ces carneaux, afin de faciliter l'allumage et le tirage.

Tous ces carneaux sont garnis de copeaux et de houille. Après la pose de la 5^e assise qui ferme ordinairement les carneaux, on met le feu aux copeaux; en même temps, on recouvre toute la 5^e assise d'une couche de houille menue, on élève les 6^e, 7^e et 8^e assises avec des briques de champ et posées à claire-voie; on étend sur la 8^e assise une nouvelle couche de 15 millimètres de houille menue, puis on continue

de la sorte à élever peu à peu la meule à mesure que le feu monte, en ayant le soin d'interposer une couche de houille de trois en trois assises de briques. En même temps, on donne un léger fruit aux quatre parements de la meule, et on recouvre ces parements d'une couche d'argile mêlée de sable, afin d'empêcher la déperdition de la chaleur et de protéger le feu contre les coups de vent.

La hauteur de ces meules est ordinairement de 4 à 5 mètres, rarement de 6 mètres, et, quand elles sont terminées, les briques sont cuites : il n'y a plus qu'à recouvrir le tout d'un enduit d'argile pour modérer le refroidissement.

La construction de ces meules, toute simple qu'elle paraisse, n'en exige pas moins toute l'intelligence et l'attention d'un cuiseur expérimenté. Car, en montant les assises de briques, il doit surveiller l'allure de son feu, l'activer, le modérer et le bien répartir, en diminuant ou augmentant les vides laissés entre les briques, ou encore en ouvrant de nouvelles issues aux gaz de la combustion.

On donne généralement au grand côté de la base de ces meules une longueur égale à trois fois et demie la hauteur, et au petit côté le triple seulement de cette hauteur. Ainsi, pour une hauteur de 4 mètres, la base de la meule serait un rectangle de 14 mètres \times 12 mètres, ce qui donnerait un cube total de 620 mètres cubes environ, correspondant à 250.000 briques environ. Une hauteur de 5 mètres correspondrait à une base rectangulaire de 17^m,50 \times 15 mètres, à un cube total de 1.250 mètres cubes, et à une contenance d'environ 500.000 briques.

Il y a quelques variantes à cette manière d'élever les fours flamands : ainsi, on peut remplacer la couche de houille menue qu'on place de trois en trois assises par une couche trois fois plus mince, interposée entre toutes les assises de briques.

Quelquefois aussi, on n'allume le feu qu'après avoir construit toute la meule, en y ménageant des conduits horizontaux et verticaux, et après l'avoir recouverte d'un enduit argileux ; mais ce procédé ne vaut pas l'autre, car il est impossible de surveiller et de connaître l'allure du feu, et, par conséquent, impossible de modifier à temps le nombre et la direction des carneaux.

Souvent aussi, lorsqu'une meule est en feu, on l'allonge d'un côté, en élevant de nouvelles assises de briques que le feu gagne et cuit à leur tour. On arrive ainsi à donner aux meules des longueurs considérables. On diminue par ce procédé les déchets des non cuits que laissent toujours les pourtours des meules.

Cet allongement progressif des fours flamands permet de cuire jusqu'à un million de briques. Dans tous les cas, chaque meule ne saurait contenir moins de 50.000 briques : celles qui donnent les meilleurs résultats en contiennent de 2 à 300.000.

Dans les départements du Nord, une équipe de 15 hommes emploie de 15 à 20 jours pour élever et cuire des meules de 500.000 briques ; la houille la plus convenable, celle que l'on préfère dans ces contrées, est la houille maigre à courte flamme, voisine de l'anhracite, parce qu'elle s'étend mieux sur les briques, et que, n'étant pas collante, elle se laisse mieux pénétrer par l'air. On emploie l'anhracite, pour les mêmes raisons, dans les localités où domine ce combustible.

Dans les contrées qui possèdent des tourbières, en Hollande, par exemple, on fait usage de la tourbe, et l'on en obtient de bons résultats. Le montage et l'allumage du four ne changent pas ; seulement les carreaux inférieurs doivent être plus grands, et on donne 6 à 8 centimètres d'épaisseur aux couches de tourbe toujours interposées de trois en trois assises, afin de tenir compte de la faible puissance calorifique de ce combustible. Toutefois cette épaisseur un peu forte, jointe à d'inégales combustions dans la meule, produit des tassements et des affaissements fort irréguliers dans les assises de briques ; aussi vaut-il mieux la réduire à 2 ou 2 1/2 centimètres, et, ouvrir dans le tas, de petits canaux transversaux qu'on remplit de tourbe.

Le charbon de tourbe, ou *tourbe carbonisée*, donne aussi de bons produits dans les fours flamands ; on l'étend en couches de 2 à 2 1/2 centimètres.

Des observations nombreuses faites dans les contrées du Nord et du Centre ont accusé, pour les fours flamands, une consommation variable de 3 à 4 hectolitres de houille, dont un tiers de grosse et deux tiers de menue, par millier de briques. En comptant 80 kilogr. pour le poids de l'hectolitre de houille et 2.600 kilogr. pour le poids du millier de briques, on trouve que l'on consomme de 240 à 320 kilogr. de houille par millier de briques, soit de 93 à 123 kilogr. par tonne de briques.

Le four flamand a un avantage, mais un seul, sur les autres fours, c'est qu'il n'exige ni maçonneries, ni grilles, ni soles, ni cheminées, ni aucune espèce d'appareils ; mais, en face de la notable économie qu'on réalise ainsi, se dressent de nombreux inconvénients.

Tout d'abord, on ne peut l'employer qu'à la cuisson des briques, et nullement à celle des tuiles.

Ensuite, en dépit de l'habileté du cuiseur, la combustion de la

houille se fait toujours inégalement dans les différentes parties de la meule : de là des tassements de briques qui produisent des *louis*, c'est-à-dire des masses de briques cuites et collées ensemble, qu'on ne peut plus séparer sans les briser.

De plus, la répartition de la chaleur est toujours mauvaise : elle est faible à la base et au pourtour des meules, convenable à la partie centrale, trop élevée dans la zone supérieure; aussi ne peut-on compter, comme résultat moyen, que sur un tiers de briques bien cuites : un autre tiers, provenant du pourtour et du pied du four, est insuffisamment cuit; enfin le dernier tiers, celui de la partie haute du four, est trop cuit.

Ce n'est pas tout : indépendamment de ce résultat plus que médiocre, il faut toujours compter qu'il y a sur l'ensemble un déchet de 15 ou 20 % de briques cassées.

On comprend dès lors que si l'on répartit les frais de montage et de cuisson, non plus sur l'ensemble des briques cuites, mais seulement sur l'ensemble des briques utilisables, le prix de revient s'élève d'une manière très sensible.

Du reste, les briques, même convenablement cuites, pèchent toujours beaucoup sous le rapport de la beauté et de la régularité de la forme : en outre, beaucoup sont fendillées; si l'on veut éviter ce défaut, il est indispensable de n'employer dans ces fours que des terres très siliceuses, car ce sont celles qui se fendillent le moins en cuisant au contact du combustible.

En somme, la cuisson *à la volée* pour les fours flamands ne convient guère que dans les contrées où les briques sont les seuls matériaux de construction, et où le combustible est à bon marché. On y utilise les briques les mieux cuites à la base et aux parements des murs, et les autres à l'intérieur ou en haut des maçonneries.

Fours non voûtés (pl. 6). — Dans les régions éloignées des districts houillers, on a cherché naturellement à diminuer la consommation du combustible en utilisant mieux la chaleur, et en l'empêchant surtout de se perdre sur le pourtour des meules, mal protégé par la couverture d'argile. La première idée qui se présenta fut d'entourer de murs les meules carrées ou rectangulaires dont on conservait, du reste, la forme et le mode d'enfournement.

Les fours les plus anciens avaient 10 à 12 mètres de longueur sur 8 à 9 mètres de largeur et 5 à 6 mètres de hauteur; les murs recevaient une forte épaisseur pour mieux conserver la chaleur : 2 mètres à la

base et 0^m,80 au faite, avec un fruit prononcé à l'extérieur et un fruit plus faible à l'intérieur. Toutefois, on diminuait souvent cette épaisseur en enterrant les fours, ou en élevant des remblais qui contrebutaient les murs à l'extérieur. Des armatures en fer, des cadres en bois, ou enfin des contreforts extérieurs, protégeaient les murs contre les dislocations que pouvait produire la température élevée du four.

Les briques étaient enfournées comme dans les fours flamands; elles reposaient sur un ensemble de carnaux inférieurs, voûtés à claire-voie, construits, tantôt avec des briques réfractaires, afin de durer autant que le four dont ils faisaient partie intégrante, tantôt avec des briques crues et desséchées qui se cuisaient avec les autres.

La partie supérieure de ces grands fours n'était pas voûtée; on se contentait de recouvrir les produits d'une couverte argileuse, dans laquelle on ménageait des issues pour les gaz de la combustion.

Quant au combustible employé, c'était le bois, la tourbe ou la houille. Si l'on cuisait au bois, on faisait les carnaux plus grands, avec des voûtes à claire-voie reposant sur des piédroits de 0^m,60 de hauteur. — Si l'on brûlait de la houille ou de la tourbe, les carnaux étaient plus petits, et l'on intercalait des couches de combustible au milieu des assises de briques.

Ces premiers fours carrés et découverts étaient construits pour cuire à la fois 25.000 à 100.000 briques. Ils réalisaient certainement une économie de combustible sur les fours flamands, et rendaient une plus grande quantité de produits bien cuits, puisque les pourtours conservaient bien la chaleur; mais il restait toujours le déchet considérable occasionné par les lours, et les briques cassées par les tassements inégaux des assises; de plus, une forte partie de la chaleur se perdait encore par la partie supérieure des fours.

Fours carrés voûtés (pl. 6). — On se décida donc à voûter ces fours au moyen de voûtes en plein cintre bandées sur les deux murs longitudinaux. Seulement, pour ne pas introduire une poussée trop forte qui, s'ajoutant aux effets de la chaleur intérieure, eût infailliblement renversé les murs, on diminua les dimensions des fours. Ainsi, dans les environs de Montereau, les fours de cette espèce sont construits pour cuire 80.000 briques, ce qui représente une capacité intérieure d'environ 180 mètres cubes, soit une section horizontale de 6^m,00 sur 6^m,00 pour une hauteur de 5^m,00. De même, à Issy, près Paris, M. Carville établissait ses fours rectangulaires pour une cuisson de 80.000

briques. Toutefois ces contenances ont été souvent diminuées et réduites à 20.000 ou 25.000 briques; on est même descendu jusqu'à 3.500 et 4.000 tuiles.

Dans ces fours voûtés, la chaleur est mieux conservée et concentrée; aussi la houille, quand elle est employée pour la cuisson, n'est-elle plus mêlée avec les produits à cuire; ce qui atténue considérablement le déchet dû aux lours et aux tassements.

Le combustible employé est le bois, ou la houille; on brûle le bois dans des carneaux ouverts sur l'un des côtés du four et le traversant dans toute sa largeur: ces carneaux sont à grandes sections, voûtés à claire-voie, et sans grille. Pour la houille, on la brûle dans des foyers appelés *alandiers*, ouverts seulement dans l'épaisseur de l'un des murs longitudinaux. Ces foyers sont munis d'une grille et de son cendrier. La flamme et les gaz de la combustion s'engagent dans des voûtes ou grands carneaux inférieurs crénelés et soutenant la sole sur laquelle les produits sont enfournés.

Avec les fours carrés de Montereau, cuisant 80.000 briques, la cuisson se fait au bois et dure un mois environ, savoir, 8 jours pour l'enfumage ou petit feu, et 22 jours pour le grand feu; ce dernier feu consomme quatre fois plus de bois que le premier.

Les fours rectangulaires de M. Carville, à Issy, construits aussi pour 80.000 briques, étaient chauffés à la houille, que l'on brûlait dans trois *alandiers* ouverts sur l'une des faces longitudinales du four. La consommation s'élevait à 160 hectolitres de houille seulement pour cuire une fournée de 80.000 briques; soit 64 kilogr. de houille pour 1.000 kilogr. de briques cuites, à raison de 2.600 kilogr. pour le poids du millier.

Cette consommation, certainement très minime, est à remarquer. La cause principale en est dans la grande capacité des fours Carville, car il est établi que la consommation de houille croît très rapidement à mesure qu'on diminue les dimensions du four. Ainsi nous pourrions citer un four voûté de 55 mètres cubes de capacité qui brûle 145 kilogr. de houille pour cuire 1.000 kilogr. de produits mélangés (tuiles, briques, carreaux). Un autre four voûté, ne cuisant que des tuiles de 21 au mètre carré, et dont la contenance intérieure n'est que 9 mètres cubes 25, brûle jusqu'à 1.850 kilogr. de houille pour cuire une fournée de 3.500 tuiles, soit l'énorme consommation de 327 kilogr. de houille par tonne de tuile, ou de 525 kilogr. par millier de tuiles.

La conclusion qu'il faut tirer de ces chiffres, c'est qu'il n'est jamais avantageux de construire ces fours avec des dimensions trop réduites.

au moins pour cuire les poteries de bâtiment; il est important, surtout, de ne pas donner au four une hauteur trop grande entre la sole et le sommet de la voûte, sans quoi les produits situés en haut de la fournée sont exposés à ne recevoir qu'une cuisson très faible.

Il est une autre conclusion qu'il est facile d'établir, c'est que la cuisson à la houille est beaucoup moins coûteuse que celle au bois : aussi remplace-t-elle partout cette dernière dans les fours de ce système encore employés.

Les fours carrés ou rectangulaires, recouverts d'une voûte, étaient un progrès sur les fours non voûtés, car les briques sont mieux faites, plus régulières et moins cassantes; mais ils présentent encore de sérieux défauts. La surface de leurs parois intérieures est beaucoup plus grande que dans un four rond, et absorbe par conséquent beaucoup plus de chaleur; de plus, les angles rayonnent mal la chaleur qu'ils reçoivent : ils rayonnent plutôt sur les parois voisines que sur les produits, et partant ils s'échauffent beaucoup sans chauffer les produits.

Aussi la chaleur est-elle assez mal répartie : les produits situés dans les angles inférieurs sont à peine cuits, alors que ceux du centre le sont trop : ce défaut s'accroît davantage encore, si le four n'a qu'un seul alandier, comme il se pratique souvent, car la conduite du feu devient très difficile. On la faciliterait beaucoup en plaçant les alandiers en face les uns des autres dans les murs opposés, au lieu de les juxtaposer sur le même côté du four. On comprend que ces défauts, qui n'existent pas dans les fours ronds, leur aient fait préférer ces derniers.

Dans plusieurs contrées, en Italie, par exemple, il n'est pas rare de rencontrer plusieurs de ces fours carrés ou rectangulaires accolés les uns à côté des autres, et ayant chacun leur voûte, leur alandier et leur cheminée. Cette disposition utilise mieux la chaleur à cause du rayonnement des murs de refend qui séparent ces fours.

Fours ronds voûtés (pl. 7). — Les fours ronds, ovales, ou à angles arrondis, ont marqué une nouvelle étape dans la voie des perfectionnements; car ils se rapprochent, beaucoup plus que les précédents, de la forme sphérique, qui est, comme on le sait, la forme reconnue la meilleure par la théorie, pour rayonner le mieux la chaleur dans l'intérieur d'un four. La voûte, qui devient un dôme dans le four rond, est déjà une demi-sphère, et le reste des parois forme un cylindre qui renvoie la chaleur incomparablement mieux que les parois angulaires des fours carrés : aussi la chaleur intérieure est-elle beaucoup plus

forte que celle des fours carrés, à égalité de combustible brûlé.

De plus, ces fours se prêtent parfaitement à une disposition symétrique des alandiers; on en place trois ou quatre sur le pourtour des fours : le cuiseur est ainsi maître de son feu, qu'il gouverne à sa volonté, car en activant ou en modérant un ou deux de ses foyers, il peut accroître ou diminuer la chaleur du four en des parties déterminées, ce qui permet de régulariser complètement la cuisson, et d'entretenir le degré de température exigé par les produits à cuire.

Aussi les produits donnés par ces fours sont-ils très beaux et très réguliers; la proportion des déchets par le défaut de cuisson est très réduite : c'est la forme préférée pour la cuisson des produits réfractaires, à cause de la température très élevée qui s'y peut développer.

Dans le Staffordshire, en Angleterre, on fait un grand usage des fours ronds, et l'on y cuit toutes sortes de produits, surtout des produits réfractaires : la voûte supérieure n'a pas de carreaux, mais elle est surmontée d'une cheminée qui produit le tirage; les alandiers sont généralement au nombre de quatre.

Les fours ronds ne reçoivent généralement pas de grandes dimensions; on ne dépasse guère un diamètre de 3^m,50 à 4^m,00, avec une hauteur de 4^m,00 à 5^m,00 entre la sole et le sommet de la voûte : les murs ont une épaisseur de 1^m,20 à la base et de 0^m,60 au sommet; on ne peut guère réduire cette épaisseur afin de résister à la poussée du feu; des cercles de fer, placés à l'extérieur des fours, augmentent encore leur résistance à cette poussée.

Ces fours sont voûtés en dôme plein cintre; ce dôme est percé d'un grand nombre de carreaux espacés entre eux de 0^m,50, et destinés à donner le tirage et à évacuer les gaz de la combustion : toutefois, on remplace avantageusement ces carreaux par une cheminée unique qui permet de régler facilement le tirage.

Les alandiers sont établis dans l'intérieur des murs, et en contrebas de la sole; les produits à cuire sont enfournés de manière à laisser entre eux des vides un peu plus grands en face des alandiers, afin que les gaz de la combustion pénètrent plus facilement dans la masse des produits. Dans tous les cas, pour la cuisson des poteries de bâtiment, on ne fait jamais passer, comme pour la faïence, les produits de la combustion sous une voûte placée sous la sole et percée de carreaux au travers desquels ils s'élèvent et se répandent dans les fours; car cette voûte inférieure absorbe inutilement une quantité de chaleur considérable, sans compter qu'elle coûte fort cher de construction et de réparation.

Ces fours réalisent sur les fours carrés une économie de combustible qu'on peut évaluer au quart, et peut-être même au tiers, en faisant porter, bien entendu, la comparaison sur des fours ronds dont le diamètre est égal au côté des fours carrés.

En Angleterre, on a fait usage d'un four rond chauffé au coke pour la cuisson des briques. Il a 4^m,00 de diamètre, et 4^m,60 de hauteur au-dessus de la sole; les murs ont 0^m,70 d'épaisseur et sont en briques. Une cheminée de 6^m,00 de hauteur surmonte la voûte. Ce four est chauffé au moyen de quatre alandiers de 0^m,70 de largeur, ouverts symétriquement dans les murs, avec grilles et cendriers. Pour opérer le tirage, on a pratiqué, dans l'intérieur des murs, 4 conduits verticaux qui débouchent à la partie inférieure du four au moyen de 4 carnaux situés entre les alandiers; ces 4 conduits aboutissent à la cheminée au-dessus de la voûte. L'enfournement s'opère au moyen d'une porte qu'on ferme avec des briques pendant la cuisson.

Les gaz, produits par la combustion du coke dans les quatre alandiers, pénètrent la fournée en s'élevant au sommet de la voûte, et redescendent ensuite à la partie inférieure, où ils sont appelés par les carnaux de tirage, pour suivre ensuite les quatre conduits verticaux, qui les évacuent par la cheminée centrale.

Ce four, qui cube 49 mètres 40, et qui contient 24.000 briques, exige 12 jours de cuisson par fournée, savoir : 4 jour d'enfournement, 4 jours d'enfumage ou de petit feu pour sécher l'argile et l'empêcher de se fendiller, 2 jours de grand feu, 3 jours de refroidissement, et 2 jours de défournement; la consommation est de 70 hectolitres de coke par fournée, soit 2.800 kilogr. de coke à 40 kilogr. l'hectolitre, ce qui correspond à 416 kilogr. de coke pour 4.000 briques, chiffre assurément peu élevé.

Tous les fours carrés ou ronds avec voûtes servent indifféremment à la cuisson des briques, tuiles, carreaux, produits réfractaires: on enfourne généralement les briques à la partie inférieure, et les tuiles à la partie supérieure, où la chaleur est moins forte, mais très suffisante à cause de la faible épaisseur des tuiles.

Fours superposés (pl. 7). — Tous les fours voûtés que nous venons d'examiner, les fours ronds surtout, donnent assurément d'excellents produits, réguliers et bien cuits; aussi sont-ils toujours appréciés et quelquefois même préférés par certains fabricants aux fours perfectionnés d'aujourd'hui. Cependant ils laissent beaucoup à désirer sous le rapport de la consommation de combustible.

On conçoit, en effet, que lorsque les gaz de la combustion, après avoir traversé et échauffé toute une masse de produits qui ne cuisent guère à moins de 1.000 degrés centigrades, s'échappent par les carneaux ou par la cheminée de la voûte, ils entraînent avec eux dans l'atmosphère une forte quantité de chaleur dont ils n'ont pu se dépouiller utilement; de là une notable déperdition de chaleur, et, par suite, une certaine quantité de combustible brûlé en trop.

On a cherché depuis longtemps déjà à utiliser, au moins en partie, cette chaleur perdue : c'est ainsi qu'on l'a employée avec avantage à élever la température des salles de séchage; mais le but qu'on a poursuivi surtout, c'est de réserver uniquement cette chaleur à la cuisson proprement dite, et principalement à l'enfumage des produits; ces recherches ont conduit à plusieurs dispositifs de fours, dont nous citerons les plus remarquables.

L'un des plus anciens est celui qu'on a employé pour cuire des briques à l'arsenal de Brest; ce four se compose de deux compartiments superposés, de construction assez compliquée, mais très bien disposée pour concentrer la chaleur dans la masse des produits.

En effet, la section horizontale de chaque compartiment est un quadrilatère curviligne formé par 4 arcs de cercles de 2^m,20 de rayon. La section verticale est engendrée de même par un arc de cercle qui a pour directrices les 4 arcs de la section horizontale. Nos dessins de ce four achèvent d'expliquer ce tracé : cette forme est bien combinée pour rayonner utilement la chaleur reçue par les parois courbes; nous aurions préféré cependant, comme plus efficace encore, une section horizontale franchement circulaire, tout en conservant, bien entendu, la section verticale en arc de cercle; on eût évité ainsi les 4 angles verticaux qui sont toujours une mauvaise condition.

Les briques de chaque compartiment sont supportées par une voûte à claire-voie de 0^m,16 d'épaisseur, dont les carneaux, espacés entre eux de 0^m,12, ont une section de 0^m,085 \times 0^m,200; elles sont enfournées de champ, avec des vides un peu plus grands dans les parties étranglées du four, et sur le pourtour des parois, afin de permettre aux gaz de se répartir uniformément dans toute la masse.

La cuisson se fait au bois, avec des fagots de 8 kilogr. 90 : ces fagots se brûlent sur deux grilles, composées de barreaux en fer de 0^m,03 de largeur, espacés de 0^m,01 seulement, afin de retenir le charbon tout en laissant tomber la cendre; la surface reconnue la plus avantageuse pour la grille est égale aux deux tiers de celle du compartiment à sa base; les portes des foyers sont formées d'un double châssis en fer de

0^m,02; le chargement et le déchargement se font par les portes B qui restent ensuite mûrées durant la cuisson, et par la maçonnerie A du cendrier supérieur qu'on démolit pour ces opérations.

Ce four, qui ne mesure pas moins de 15^m,60 de hauteur, 10 mètres de largeur à la base et 6^m,40 au sommet, ne contient cependant que 9.000 briques, savoir 6.200 pour le compartiment inférieur, et 2.800 pour l'autre. La mise en feu ne commence qu'après l'enfournement complet, et après la fermeture des portes de chargement. La cuisson d'une fournée complète dure 48 heures; durant les 36 premières heures, le compartiment inférieur seul est en feu, et consomme 982 fagots de 8 kilogr. 90; les gaz de la combustion, traversant le compartiment supérieur, enfument et chauffent assez les briques pour que l'achèvement de leur cuisson n'exige plus que 71 fagots que l'on brûle exclusivement sur la grille supérieure. La cuisson de 9.000 briques consomme donc en tout 1.053 fagots pesant 9.371 kilogr. 70; soit 1.041 kilogr. de bois par millier de briques, ce qui est encore un chiffre considérable, car il équivaldrait environ à 380 kilogr. de houille pour 1.000 briques.

Malgré cette dépense encore élevée pour la cuisson, ce four n'en constituait pas moins une tentative intéressante pour employer, à l'enfumage et au chauffage préalable des produits, la chaleur des gaz qu'on laissait perdre auparavant. Cet essai s'accusait, d'ailleurs, ainsi qu'il devait être, au moyen de fours superposés, afin de laisser aux gaz leur direction naturelle, qui est la direction verticale.

Cette tentative n'était pas particulière à la France. En Prusse, on a construit, pour la cuisson des briques, jusqu'à trois fours superposés; seulement chacun de ces fours est rectangulaire, voûté, et muni d'une grille située alternativement à l'avant et à l'arrière des fours; les produits gazeux du foyer inférieur parcourent, en s'élevant, les deux fours supérieurs, dont les foyers ne sont destinés qu'à parfaire la cuisson de leurs produits.

2. — FOURS CONTINUS A FOYER MOBILE

Four continu Jolibois (pl. 7). — Nous arrivons à un four qui fut un progrès réel et que nous regardons comme le précurseur, et peut-être même comme l'inspirateur du célèbre four Hoffmann: nous voulons parler du four Jolibois. M. Jolibois était, il y a trente ans et plus, l'un de nos plus habiles céramistes; il exploitait en Lorraine trois

grandes usines, à Deyvillers, près d'Épinal, à Lerrain, près de Mirecourt, et à Corny, près de Metz. Sa spécialité principale était la tuile à emboîtement dont les inventeurs, MM. Gilardoni frères, d'Altkirch, lui avaient fait une des cessions de leur brevet. Voici le dispositif qu'il imagina pour utiliser la chaleur du combustible, et dont nous donnons un plan dans nos dessins.

Le milieu du four est occupé par un massif de maçonnerie de briques de 2^m,60 d'épaisseur, dont la section horizontale est un rectangle terminé aux deux extrémités par un demi-cercle. Autour de ce noyau central, et à une distance de 1^m,70, s'élève un mur parallèle de 1^m,50 d'épaisseur. L'intervalle qui sépare ces deux murs est recouvert d'une voûte en plein cintre formant un berceau annulaire. Ce berceau est partagé par 14 murs de refend de 0^m,70 d'épaisseur en 14 *compartiments* ou *fours* qui mesurent chacun 3^m,40 de longueur dans œuvre, 1^m,70 de largeur entre les murs principaux, et 2^m,25 de hauteur sous clef, soit une contenance de 14^m³,75 par four et 206^m³,50 pour l'ensemble des 14 fours.

Chacun des murs de refend est percé de 25 carneaux de 0^m,45 de côté, disposés sur trois niveaux différents, et destinés à laisser passer les gaz de la combustion d'un compartiment dans l'autre. On règle cette transmission au moyen de registres en fonte installés dans l'épaisseur des murs, et munis de tiges en fer qui permettent de les manœuvrer dans le sens horizontal. Deux petits regards, percés près des murs de refend, guident dans la manœuvre de ces registres.

Chaque four est partagé en deux parties: l'une formant la chambre de chauffe, et l'autre le four proprement dit où cuisent les produits. La chambre de chauffe n'a que 0^m,50 de longueur, et règne sur toute la hauteur et la largeur de la voûte; la porte du foyer, de 0^m,50 de large sur 1^m,30 de haut, est murée de briques durant la cuisson, excepté toutefois une petite ouverture de 0^m,40 de côté, fermée par une dalle, et qui sert à faire un petit feu dans le premier four mis en cuisson et à retirer, au besoin, les cendres et les braises du foyer.

Cette chambre de chauffe est séparée complètement du laboratoire, où cuisent les produits, par une murette de 0^m,41 d'épaisseur en briques réfractaires à joints de 0^m,02, qui laissent passer librement la flamme; cette murette a pour but de protéger les produits en cuisson contre l'ardeur du foyer.

Le pied du mur séparatif, à l'autre extrémité du compartiment, est muni de carneaux de tirage qui communiquent tous à un vide ménagé dans le mur; ce conduit, à son tour, débouche dans un canal longitudi-

nal qui règne au-dessus du massif central, et qui vient aboutir à une cheminée élevée au milieu de ce massif. Au droit de chaque mur de refend, le conduit est muni d'un registre, en sorte qu'en manœuvrant convenablement à la fois ces registres et ceux des murs de refend, on peut faire passer à volonté les gaz de la combustion d'un four dans un seul ou dans plusieurs des fours suivants.

Enfin la voûte de chaque four est percée de trois trous, savoir : deux de 0^m,25 de côté au-dessus de la chambre de chauffe, et servant à introduire le bois qui brûle debout : la troisième ouverture a 0^m,40 de côté, et sert à l'enfournement et au défournement des produits.

On comprend aisément la marche d'un tel four : après l'allumage du premier compartiment, si l'on veut que la chaleur passe dans les trois ou quatre fours suivants, on ouvre tous les registres des murs de refend qui séparent ces fours ; en même temps, on ferme les registres des conduits supérieurs pour fermer le tirage des fours intermédiaires, et on ouvre seulement le dernier de ces registres, afin de mettre en communication la cheminée centrale avec les carneaux de tirage du dernier compartiment qu'on veut chauffer. Lorsque les produits du 1^{er} four sont cuits, on en laisse éteindre le feu, et on allume celui du four suivant, dont les produits, déjà réchauffés, n'ont plus besoin de tant de chaleur pour achever leur cuisson ; puis on passe à la mise en feu du 3^e four, et ainsi de suite, en ayant le soin d'ouvrir et de fermer convenablement les registres à mesure que le feu avance d'un compartiment.

En même temps que le feu se propage de proche en proche, les premiers compartiments refroidissent progressivement ; on les défourne à mesure, et on réenfourne aussitôt, de telle manière que, lorsque le feu a fait le tour des 14 compartiments et revient au premier four, il le retrouve tout prêt et réchauffé déjà pour une seconde cuisson.

Nous nous trouvons donc réellement, on le voit, en face d'un four continu qu'on peut rendre intermittent, à volonté, dans certains cas donnés, en ne se servant que de 3 ou 4 compartiments consécutifs. Mais il est bien évident qu'on ne réalise le maximum d'économie de combustible qu'en le traitant comme un four continu, et en y maintenant le feu durant toute une campagne.

Examinons les résultats obtenus avec ce four : on enfournait par compartiment de 2.800 à 3.000 tuiles de 15 au mètre carré, soit de 39.000 à 42.000 tuiles par fournée complète.

La durée du feu était de 24 heures pour le 1^{er} compartiment, savoir

14 de petit feu et 10 de grand feu. Tous les autres compartiments économisaient à peu près le petit feu et se cuisaient en 12, 10 et 8 heures, selon la qualité du bois et l'habileté du cuiseur à bien manœuvrer les registres.

La quantité de bois brûlé par compartiment s'élevait à 4 stères ou 80 fagots, et suffisait à la cuisson de 2.800 à 3.000 tuiles. Malheureusement, nous ne connaissons ni l'essence, ni la densité du bois employé, de sorte que nous ne pouvons tirer de ces chiffres tous les enseignements qu'ils comportent. Nous nous bornons donc à constater que ce four économisait par compartiment 14 heures de petit feu sur 24 heures de cuisson, ce qui était, au total, un avantage fort important sur les fours isolés.

Nous avons dit que M. Jolibois employait exclusivement le bois en fagots à la cuisson de ses produits, mais on peut également se servir de la houille et même de la tourbe; il suffit, dans ce cas, d'établir une grille et un cendrier en bas de chaque chambre de chauffe.

Nous ajouterons, en terminant, que M. Mongel, le successeur immédiat de M. Jolibois dans sa tuilerie de Deyvillers, a continué à se servir des mêmes fours et qu'il était fort satisfait de la qualité des tuiles qu'il y cuisait. Toutefois il les a transformés, dans ces derniers temps, en des fours continus Hoffmann, afin de réduire encore les frais de cuisson de notables proportions.

Four continu Hoffmann (pl. 8). — Nous arrivons au célèbre four Hoffmann, qui a certainement réalisé, pour la céramique, le mode de cuisson le plus économique.

Le four Jolibois était bien conçu, mais il avait un défaut : les 14 murs de refend épais de 0^m,70 qui séparaient entre eux les 14 compartiments, opposaient encore, en dépit des 15 carneaux dont ils étaient percés, un obstacle considérable à la propagation rapide de la chaleur à travers les produits enfournés : ils absorbaient d'ailleurs, inutilement, une portion notable de cette chaleur : aussi la suppression de ces murs était-elle indiquée comme une amélioration certaine, et devait-elle s'effectuer tôt ou tard ; c'est ce qui eut lieu dans le four continu que M. Frédéric Hoffmann a imaginé et fait breveter en Prusse en 1858.

Les premiers fours qu'il construisit à Stettin, à Leipzig et ailleurs, se composaient d'une voûte annulaire continue, entourant un massif central au milieu duquel s'élevait la cheminée de tirage ; mais depuis, cette forme a été modifiée et remplacée souvent par une voûte continue comprenant deux parties rectilignes et parallèles, réunies à leurs

extrémités par deux demi-cercles : cette dernière forme oblongue se prête mieux que la forme circulaire à la construction des fours et des salles de séchage que l'on élève ordinairement au-dessus de ces derniers ; c'est naturellement celle que nous avons représentée dans nos planches et qui va servir à la description de ces fours.

Le four Hoffmann, de forme oblongue, se compose de deux galeries rectilignes, parallèles, reliées ensemble à leur deux extrémités par deux galeries demi-circulaires de même section. Les deux voûtes parallèles sont supportées par deux piédroits, l'un intérieur, l'autre extérieur.

Les deux piédroits intérieurs sont en briques et ne se touchent pas ; ils laissent entre eux un espace qu'on remplit avec des matières compressibles, et conduisant mal la chaleur, telles que le sable ou la cendre, et cela dans le double but de ne pas gêner les mouvements de dilatation que la température élevée des fours imprime aux maçonneries, et d'empêcher toute déperdition de chaleur à travers les murs.

Chacun des piédroits extérieurs se compose de deux murs, l'un intérieur construit en briques, l'autre extérieur construit en matériaux quelconques, et présentant un fruit extérieur de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$. On laisse, entre les deux, un intervalle qu'on remplit aussi de sable.

La voûte qui recouvre les piédroits est ordinairement en plein cintre ou en arc voisin du demi-cercle, surbaissé au tiers ou au quart, quelquefois en arc elliptique. On la construit en briques, par anneaux séparés, et l'on a soin d'éviter des anneaux distincts, car le premier anneau, supportant le retrait plus que le second, s'affaîsserait en se séparant de lui et en laissant un vide entre les deux ; il est donc prudent de bien relier, par des joints croisés, toutes les briques qui composent la voûte.

L'intervalle, entre la voûte et le carrelage qui la recouvre, est rempli de sable. On voit ainsi que tout le pourtour de la chemise intérieure du four est enveloppé d'un matelas de sable jusqu'au mur extérieur, et jusqu'au carrelage.

Les fondations de tous ces murs ont besoin d'être établies avec beaucoup de soin ; il en est de même de la sole du four ; elles doivent être imperméables, sans quoi l'humidité du sol remonte toujours, pénètre la sole et les murs dans l'intervalle des cuissons, et absorbe ensuite, pour sa vaporisation, une partie notable de la chaleur.

Les matériaux qui composent la chemise intérieure du four ne doivent pas fondre au feu ; de là la nécessité absolue de choisir des briques qui supportent, sans s'altérer, des températures au moins égales

à celles des produits à cuire, et de ne pas craindre d'aller même jusqu'aux briques réfractaires. On évitera naturellement l'emploi de mortier de chaux qui cuirait, et l'on adoptera exclusivement, pour la confection des maçonneries, un mortier de terre et de sable assez réfractaire pour ne pas fondre au feu.

Le mur extérieur qui enveloppe tout le four est percé d'un certain nombre de portes d'enfournement et de défournement qui partagent la galerie continue en autant de parties ou *compartiments*. A gauche de chacune de ces portes règne un arceau surbaissé correspondant à une légère saillie des piédroits, et destiné à appuyer un *registre* mobile en tôle ou en bois que l'on introduit ou que l'on retire par les portes; ce registre qui va se placer tour à tour, durant la cuisson, dans tous les compartiments, intercepte complètement la galerie de chauffage au point où elle est placée.

Chacun des compartiments possède, dans le mur intérieur, un *carneau de tirage* qui va déboucher dans un *canal de fumée* voûté, et courant longitudinalement, au-dessus de la pile centrale du four, jusqu'à la *cheminée d'appel*.

Ces carnaux de tirage sont munis, avant d'arriver au canal de fumée, d'une cloche à bain de sable qui permet de fermer hermétiquement ou d'ouvrir plus ou moins le conduit, et de régler par conséquent le tirage à volonté.

La cheminée d'appel est placée, soit au centre même de la pile centrale, soit dans le voisinage immédiat du four.

La partie supérieure de la galerie continue est percée d'un certain nombre d'ouvertures par lesquelles on introduit le combustible, qui tombe sur les produits à cuire, disposés en gradins pour le répartir également dans toute la section du four. Ces *trous de chauffage* sont plus ou moins espacés entre eux, suivant la nature du combustible et des produits à cuire.

Pour bien saisir la marche d'un tel four, nous l'examinerons en pleine cuisson, et nous lui supposerons 14 portes, c'est-à-dire 14 compartiments. Le registre mobile est placé entre les compartiments 1 et 14. Le compartiment 1 est en enfournement, et le numéro 2 en défournement : les numéros suivants, 3, 4, 5, 6 et 7, contiennent des produits qui ont été cuits et qui sont en refroidissement. Les compartiments 8 et 9 sont en feu, et reçoivent le combustible par les ouvertures supérieures de la voûte. Enfin les numéros suivants, 10, 11, 12, 13 et 14, contiennent des produits qui s'échauffent graduellement; le compartiment 14 a été le dernier enfourné.

Dans cette situation des compartiments et des produits, toutes les portes sont murées, excepté toutefois celles des compartiments 1 et 2, en enfournement et en défournement, qui sont complètement ouvertes. De même, tous les carneaux de tirage sont fermés, excepté celui du 14^e compartiment, qui est complètement ouvert et qui seul alimente le tirage.

L'air extérieur, obéissant au tirage de la cheminée, pénètre dans le four par les portes 1 et 2, et traverse successivement tous les compartiments. Il s'échauffe tout d'abord au contact des produits qui viennent d'être cuits dans les compartiments 3, 4, 5, 6 et 7, et qu'il dépouille de leur chaleur pour se l'approprier; quand il arrive aux compartiments 8 et 9, il y pénètre à une température très voisine de celle de la cuisson; il entretient ainsi, par son oxygène, la combustion du charbon sans abaisser, pour s'échauffer, la chaleur de ces chambres. Puis, continuant sa route vers la cheminée d'appel, il entraîne avec lui tous les gaz de la combustion à travers les compartiments 10, 11, 12, 13 et 14, et se dépouille de sa chaleur au profit des produits à cuire enfournés dans ces chambres, et dont il élève la température en même temps qu'il en vaporise l'eau.

Arrivé au compartiment 14 et dernier, où il trouve enfin le carneau de tirage qui le conduit à la cheminée, cet air n'a plus guère qu'une température de 50 à 60 degrés, c'est-à-dire juste assez pour entretenir le tirage. Entré froid dans le four, il s'est échauffé d'abord en refroidissant les produits cuits; puis il a alimenté le feu du four par son oxygène; enfin il s'est refroidi en échauffant les produits qui vont cuire, et s'échappe presque froid par la cheminée.

Lorsque la cuisson du compartiment 8 est terminée, on enlève le registre qui se trouve entre les compartiments 14 et 1, et on le place entre la chambre 1 qui vient d'être enfournée et la chambre 2 qu'on enfourne; on ferme le carneau de tirage du compartiment 14 pour ouvrir celui de la chambre 1; en même temps, on met en grand feu les compartiments 9 et 10, et alors les mêmes phases de la cuisson se répètent dans le même ordre; mais la cuisson a avancé d'un compartiment.

On continue de la sorte indéfiniment en avançant en moyenne d'un compartiment par 24 heures, de sorte que, chaque jour, on a des produits à enfourner, à cuire, et à défourner: ce qui justifie bien le nom de four continu donné à ces appareils.

On voit qu'il serait difficile de trouver un appareil mieux conçu pour utiliser plus complètement, et plus à propos, toute la chaleur dé-

gagée durant la cuisson. Aussi ce four est-il celui de tous les fours céramiques qui réalise la plus grande économie sur le combustible. On en jugera plus loin par quelques chiffres.

Outre l'avantage incontesté de l'économie, le four Hoffmann présente encore celui d'une cuisson régulière et facile à conduire. On peut obtenir, à volonté, un feu réducteur ou un feu oxydant, suivant les exigences des produits à cuire; expliquons-nous.

Dans les fours intermittents, carrés ou ronds, que nous avons décrits, le feu est toujours oxydant au commencement de la cuisson et pendant la durée du petit feu; car, durant cette période, on maintient ouvertes les portes du four, de sorte que l'air, s'introduisant à flots dans le four, est plus que suffisant pour entretenir le feu, et qu'il en reste toujours en excès parmi les gaz de la combustion. Dans la seconde phase, au contraire, celle du grand feu, les portes des foyers étant maintenues fermées, l'air suffit difficilement à brûler tous les gaz combustibles, dont il reste parfois un excès non brûlé, de sorte que le grand feu devient réducteur, surtout à la fin de la cuisson.

La tenue du feu est tout autre dans les fours Hoffmann. En effet, l'air extérieur traverse tout d'abord les compartiments qui contiennent des produits cuits et encore chauds, mais il n'y perd pas son oxygène et le conserve encore presque en son entier dans le compartiment qui précède celui du grand feu, de sorte que tous les produits qui viennent d'être cuits sont soumis à un gaz oxydant.

Arrivé aux compartiments en feu, cet air est encore généralement plus riche en oxygène qu'il ne faut pour brûler le charbon qui tombe des trous de chauffage; il suit de là qu'après avoir traversé les compartiments en feu, les gaz de la combustion contiennent ordinairement de l'oxygène et restent oxydants, mais en proportion beaucoup moindre que dans la chambre qui précède le feu, et où la propriété oxydante atteint son maximum.

Ainsi, dans les fours Hoffmann, c'est immédiatement après leur cuisson que les produits sont soumis aux gaz les plus oxydants, tandis que dans les anciens fours intermittents, l'allure des gaz est oxydante avant leur cuisson, et surtout réductrice pendant et après.

Cette allure oxydante du four Hoffmann n'a pour ainsi dire aucune importance dans la cuisson de la généralité des produits, mais elle devient nuisible lorsque l'on cuit des briques, des carreaux ou des tuiles, blanches ou jaunes, fabriquées avec des argiles contenant beaucoup de chaux et peu d'oxydes de fer. En effet, durant la dernière période de la cuisson, et au début du refroidissement, l'acide sulfu-

reux, dégagé par le soufre que contient souvent la houille, rencontrant un air chargé d'oxygène à une haute température, se suroxyde naturellement et se transforme en acide sulfurique qui colore en rouge toutes les surfaces libres exposées au feu. De là des produits rouges au lieu des produits blancs ou jaunes qu'on espérait trouver. Cet accident ne se produit jamais dans les fours intermittents, parce que leur allure est réductrice pendant et après la cuisson.

Il est donc absolument nécessaire de produire à volonté, dans le four Hoffmann, un four réducteur ou oxydant. M. C.-E. Bourry, représentant de M. Hoffmann pour la construction de ses fours en France, indique le moyen suivant pour donner l'allure réductrice : on maintient le feu sur une étendue très courte, en ne chauffant à la fois, mais très fort, qu'une ou deux rangées de trous au plus, avec le plus faible tirage possible, de manière à faire passer dans le four le moins possible d'air atmosphérique : il doit suffire, en général, pour obtenir un résultat satisfaisant, d'intercepter presque entièrement le tirage toutes les huit heures, pendant 30 à 45 minutes, tout en continuant de chauffer comme d'habitude ; il se forme alors une grande quantité de fumée dans le four, et l'air devient forcément réducteur.

Quelles dimensions, quelle forme, combien de compartiments faut-il donner au four Hoffmann ?

Avant tout, il n'est jamais avantageux de construire un four continu trop grand, dont la production serait supérieure à la vente, car on se verrait obligé, ou de ralentir le feu, ou de l'éteindre et de le rallumer d'une manière intermittente, ce qui est toujours une mauvaise condition : il vaut beaucoup mieux s'exposer à être obligé de forcer le feu et à cuire, en cas de besoin, plus d'un compartiment par jour, car plus la cuisson est rapide, plus elle est économique.

D'après M. Bourry, qui a construit en France un grand nombre de fours Hoffmann, la forme du four est indifférente au point de vue du bon fonctionnement. Mais, au point de vue des frais de construction, il a pu constater que les fours ronds sont préférables pour une production journalière de 3 à 7.000 briques ; que, pour une production de 6 à 10.000 briques, on trouve peu de différence à les faire ronds ou allongés ; mais qu'au delà de ce chiffre, les fours allongés ou oblongs sont plus économiques et occupent moins de place.

Le nombre de compartiments dépend surtout de la nature des terres à cuire ; ainsi des argiles insuffisamment séchées réclameront un plus grand nombre de compartiments que les terres bien sèches, car elles seront exposées plus longtemps au séchage et à l'enfumage ; mais il

est toujours plus avantageux de n'enfourner que les produits bien secs, ne serait-ce que pour rendre plus uniforme la coloration des produits. Cela posé, nous dirons que l'on construit des fours Hoffmann depuis huit jusqu'à vingt compartiments pour la brique. Pour la tuile, on a tout avantage à en faire quatorze ou seize, et même dix-huit, malgré la température peu élevée de la cuisson. Pour le ciment de Portland, on donne seize ou dix-huit compartiments.

Quant aux dimensions elles-mêmes du four, elles sont très variables. L'un des plus petits fours annulaires qui aient été construits a 0^m,785 de hauteur et 0^m,948 de largeur, avec une seule rangée de trous de chauffage : il sert à la cuisson de la chaux ; mais un four aussi petit ne conviendrait pas à la cuisson des briques et des tuiles, car la température s'y élèverait trop brusquement ; d'ailleurs, les petits fours continus sont toujours moins avantageux que les autres.

Les plus grands fours annulaires, pour cuire la brique, ont été construits à Vienne, en Autriche ; ils ont de vingt-huit à trente-deux compartiments contenant chacun près de 40.000 briques ; chaque four a deux jeux de feu, et produit, par conséquent, 80.000 briques par jour.

Le plus grand four qu'Hoffmann ait construit est un four à chaux à vingt-huit compartiments et de 112 mètres de longueur extérieure sur 25^m,75 de largeur. La galerie de cuisson a 6^m,30 de largeur et 3^m,45 de hauteur ; chaque compartiment a une longueur de 7^m,75 : ce four cuit 200 mètres cubes de chaux par jour.

A Boulogne-sur-Mer, MM. Lonquéty et C^e ont fait construire en 1877 deux grands fours Hoffmann pour la cuisson du ciment de Portland : ils ont chacun 65 mètres de longueur sur 22 mètres de largeur, et cubent 1.440 mètres cubes partagés en dix-huit compartiments de 80 mètres cubes chacun ; leur production journalière est de 100 tonnes de ciment.

Pour les briques et les tuiles, on s'en tient fréquemment à des compartiments d'une contenance de 20 à 40 mètres cubes, pouvant cuire de 7.500 à 15.000 briques par jour, à raison de 380 briques environ par mètre cube. M. Gastellier, le président de l'*Union céramique et chaufournière de France*, a construit, en 1874, à Noisiel-sur-Marne, un four temporaire du système Hoffmann, pour cuire les briques nécessaires à la construction d'une cité ouvrière que M. Menier faisait élever pour ses ouvriers : ce four, démoli après les travaux, avait quatorze compartiments de 4^m,80 de longueur sur 3^m,50 de largeur, et 2^m,75 de hauteur sous clef : chacun d'eux cubait ainsi 40 mètres cubes et con-

tenait de 15 à 16.000 briques de $0^m,22 \times 0^m,44 \times 0^m,06$; sa contenance totale était donc de 635 mètres cubes, et il pouvait cuire annuellement 5.500.000 briques.

Dans tous les cas, la galerie de cuisson doit recevoir une hauteur assez faible afin de rendre l'enfournement et le défournement rapides et faciles : la hauteur convenable s'étend de $1^m,80$ à $2^m,50$.

Le four Hoffmann se prête parfaitement à l'emploi de tous les combustibles; la houille et la tourbe sont ceux qu'on a le plus employés; toutefois la cuisson au gaz peut s'y adapter parfaitement, ainsi que nous le verrons plus loin.

Quelle est la consommation des fours Hoffmann en combustible? Il est bien difficile de répondre à cette question d'une manière absolue, car bien des circonstances font varier le prix de revient de la cuisson; sans compter la plus ou moins bonne exécution du four, il faut tenir compte encore de la nature si variable des argiles et des combustibles, de l'expérience et de la bonne volonté des ouvriers, de la surveillance exercée, etc. Voici, cependant, quelques chiffres que nous avons recueillis dans les bulletins de l'*Union céramique et chauxfournière* :

Dans un four Hoffmann à seize compartiments, cubant chacun 25 mètres cubes et contenant 7.500 pièces (grandes et petites tuiles, briques pleines et creuses), M. Robin a brûlé en moyenne de 900 à 1.000 kilogr. de houille pour la cuisson d'un compartiment, soit de 36 à 40 kilogr. par mètre cube de contenance, ou 120 kilogr. par millier de pièces, alors que, dans ses anciens fours intermittents et voûtés, il brûlait 6.500 kilogr. par millier de pièces, ce qui accuse, en faveur du four Hoffmann, une économie de cuisson de 70 % sur les anciens fours intermittents.

Dans le four Hoffmann, que M. Gastellier a construit à Noisiel, et que nous venons de citer, four qui contenait quatorze compartiments de 40 mètres cubes, la consommation de houille s'est élevée à 150 kilogr. par millier de briques de $0^m,22 \times 0^m,44 \times 0^m,06$, correspondant environ à 57 kilogr. par mètre cube du four, à raison de 380 briques par mètre. Mais il convient d'ajouter que ce four, essentiellement temporaire, a été construit volontairement dans des conditions toutes spéciales d'économie, avec des murs simples adossés contre la terre, et nullement protégés par une couche de sable; il y avait donc, dans ce cas spécial, une assez forte déperdition de chaleur, et cependant on peut constater encore une économie considérable de combustible par rapport aux anciens fours.

Le four de M. Oudinot, à Rolampont, consomme 1.000 kilogr. de

charbon par compartiment de 33 mètres cubes, soit 33 kilogr. par mètre cube, ou 86 kilogr. par millier de briques.

Enfin, d'après M. Bourry, qui a construit beaucoup de fours Hoffmann, il résulte d'un grand nombre d'expériences qu'avec un four bien établi, avec des terres convenablement sèches, la dépense de combustible ne dépasse pas 30 à 35 kilogr. par mètre cube de produits enfournés, soit de 78 à 92 kilogr. par millier de briques.

Ce dernier chiffre doit être considéré comme un minimum, mais un minimum réalisable, puisqu'il a été plusieurs fois obtenu. Constatons qu'il se rapproche beaucoup du chiffre théorique que le calcul nous a donné plus haut pour la dépense de cuisson d'un millier de briques, savoir 65 kilogr. de houille pour une terre absolument sèche, et 88 kilogr. pour une terre à 5 % d'eau. Ce rapprochement fait bien voir avec quelle perfection le four Hoffmann utilise la chaleur développée par les combustibles.

En somme, on peut considérer comme établi que le four Hoffmann peut réaliser une économie de 70 % de cuisson sur les anciens fours intermittents qui brûlent de 250 à 300 kilogr. de charbon par millier de briques.

Quelle est la dépense de construction d'un four Hoffmann? Il est bien difficile de donner des chiffres absolus, car, outre la contenance variable du four, il est bien des circonstances qui influent sur le prix de revient. Toutefois cette dépense est moins élevée qu'on ne le croit généralement; de plus, elle ne varie point proportionnellement à la contenance du four.

Ainsi, pour fixer les idées, en admettant 12.000 fr. pour le prix de revient d'un four à douze compartiments, cuisant chacun 3.000 briques par jour, le prix d'un four à douze compartiments de 15.000 briques chacun, ne serait nullement quintuplé et ne s'élèverait guère qu'à 36.000 fr.; de même, un four plus grand encore, et comptant douze compartiments de 20.000 briques, ne coûterait guère que 42.000 fr. : on voit par ces chiffres qu'il y a toujours avantage à construire des fours d'une certaine grandeur; le défaut de proportionnalité entre le prix de revient et la contenance d'un four tient à ce qu'une grande partie des dépenses est indépendantes de la grandeur du four, et frappe les petits comme les grands.

Du reste, il ne faut pas s'effrayer de ces chiffres, et en conclure que les fours Hoffmann coûtent cher; car, en bonne industrie, on doit moins se préoccuper du capital de construction d'un four que des frais annuels d'intérêt et d'amortissement de ce capital, et de com-

bien ces frais grèvent la production annuelle. Or ce chiffre est fort bas. Ainsi un four à douze compartiments de 15.000 briques chacun coûterait environ 36.000 fr., et produirait par an 5.400.000 briques. En assignant 25 ans à la durée du four, ce qui est un minimum, on trouve que les frais annuels d'intérêt et d'amortissement à 6 %, sont de 2.816 fr. et qu'ils ne frappent ainsi chaque millier de briques que d'une dépense de $\frac{2.816}{5.400} = 0,52$, ce qui est tout à fait insignifiant.

Le four Hoffmann se répandit rapidement autour de Stettin, patrie de l'inventeur, et de là dans toute l'Allemagne, en Autriche, en Bavière, dans le duché de Bade, en Suisse. En 1865, on en comptait déjà plus de soixante établis dans ces contrées. C'est M. Bourry, représentant de M. Frédéric Hoffmann, 80, rue Taitbout, à Paris, qui le fit connaître et adopter en France, où il en a construit un grand nombre. M. Gastellier, à Fresnes (Seine-et-Marne), président de l'*Union céramique et chauxfournière de France*, fut l'un des premiers fabricants qui l'adoptèrent en France, et il n'eut qu'à s'en louer.

Comme toutes les inventions vraiment fécondes, le four Hoffmann n'a pas échappé à la critique; il a eu ses détracteurs et ses défenseurs; mais les attaques ont été loin de nuire à sa fortune, car à l'heure actuelle il existe plus de deux mille de ces fours en fonctionnement.

De tous les reproches qu'on a adressés au four Hoffmann, nous ne retiendrons que les suivants, qui sont les seuls vraiment sérieux, et qu'il est important de connaître :

1° Les produits enfournés, surtout dans les temps froids et humides, sont souvent fendillés et gercés, teintés de nuances différentes et recouverts d'une espèce de croûte blanche, dartreuse, d'un aspect désagréable et qui nuit beaucoup à leur vente;

2° Le contact immédiat du combustible avec les produits les tache, les brûle, les cisèle, de telle sorte que le four Hoffmann, excellent pour cuire des briques communes, deviendrait impropre à la cuisson des produits délicats, tels que la faïence, les tuiles, les carreaux, les poteries et même les briques de parement;

3° Le prix élevé du four Hoffmann et sa production considérable, même avec les dimensions les plus réduites, le rend inaccessible aux petites usines;

4° Le feu laisse toujours sur les produits, dans le voisinage des trous de chauffage, une légère couche de cendre qu'un courant d'air un peu fort peut transporter dans les autres parties du four.

Examinons rapidement ces quelques objections.

Le premier reproche est bien fondé; mais l'explication de ce défaut en indiquera suffisamment le remède. L'air extérieur, en traversant d'abord les compartiments 1, 2, 3, ... 7, dont les produits viennent d'être cuits et conservent encore de la chaleur, ne peut y déposer son humidité. Dans les chambres en feu, 8 et 9, cet air, en même temps qu'il abandonne son oxygène au combustible, se charge de tous les produits de la combustion qui comprennent, entre autres, et en forte quantité, toute la vapeur d'eau, provenant de combinaison et de fabrication, contenue dans l'argile.

Dans les compartiments suivants, 10, 11, 12 et 13, les produits en échauffement sont déjà trop chauds pour que la vapeur d'eau puisse s'y déposer; il lui faut arriver jusqu'au dernier compartiment 14, en avant du registre, pour y trouver des surfaces suffisamment froides sur lesquelles elle se condense en les pénétrant et les détrempant, et alors les produits se boursoufflent, se gercent, se dartrent et prennent ces teintes jaunes ou d'un blanc sale qui leur font un tort réel.

Ce défaut une fois constaté et expliqué, le remède consistait à soumettre à un enfumage spécial le dernier compartiment enfourné, et à ne le livrer à la circulation générale qu'après en avoir élevé les produits à une température assez haute pour que la vapeur d'eau des gaz de la combustion ne pût s'y condenser.

M. Hoffmann a imaginé la disposition suivante pour opérer économiquement cet enfumage : il capte l'air chaud *en excès* que dégagent encore les produits des compartiments en défournement, et le conduit, au moyen de *carneaux d'enfumage*, dans le compartiment à enfumer, qu'on isole entre deux registres et dont on ouvre le carneau de tirage. Ces carneaux d'enfumage sont doubles : l'un est situé au-dessus du carrelage supérieur du four, communique à volonté avec les trous de chauffage des compartiments, et débouche dans la partie supérieure des compartiments à enfumer. L'autre est situé en contre-bas du sol, au-dessous des murs extérieurs; il possède une ouverture à chaque porte d'enfournement. On tient fermées toutes les ouvertures de ces carneaux avec les divers compartiments, excepté celles qui communiquent avec les chambres dont on capte la chaleur; le courant d'air chaud s'établit ainsi continuellement entre ces chambres et le compartiment à enfumer dont le carneau de tirage est préalablement ouvert.

Ces deux carneaux d'enfumage sont généralement nécessaires; ils se complètent naturellement. Le carneau supérieur, employé seul, et

débouchant à la partie supérieure du compartiment à enfumer, ne serait pas suffisant; il faudrait lui adjoindre l'action de petits foyers placés dans les portes d'enfournement, ce qui serait plus coûteux que le deuxième carneau.

Ce système d'enfumage ne fonctionne pas mal, mais il a l'inconvénient d'être assez compliqué et de multiplier par trop les carneaux et les soupapes de ce four.

Le second reproche est beaucoup moins mérité : s'il est établi que certains fours Hoffmann n'ont jamais donné que de médiocres résultats pour la cuisson de la tuile et autres produits délicats, on ne saurait en conclure, d'une manière absolue, que ce four est impropre à la cuisson de ces produits et qu'il ne doit être employé que pour les briques communes. Des faits nombreux et indiscutables démontrent avec la dernière évidence que, avec un peu d'expérience et de précaution, l'on peut en obtenir les variétés de produits les plus difficiles à cuire; il ne faut, pour cela, qu'apporter quelques soins à l'enfournement.

Lorsqu'on ne cuit que des briques, l'enfournement est simple et connu, et la cuisson réussit toujours; mais les produits moins communs, tuiles, carreaux, ne peuvent plus s'enfourner avec le même sans gêne que la brique; il faut savoir les protéger contre les effets si fâcheux que produit la trop grande proximité du combustible en feu.

Dans les usines où l'on fabrique à la fois de la brique et de la tuile, dans la proportion de la moitié ou même des trois quarts de tuile, on peut toujours enfourner facilement les briques de manière à garantir efficacement les tuiles; on peut même y parvenir avec une plus forte proportion de tuiles, mais cela devient fort difficile avec une fournée qui compterait 9/10 de tuiles et 1/10 de briques. Dans ce cas, de même que dans les fours où l'on ne cuit que des tuiles, on ne doit pas hésiter à construire des puits de chauffage fixes en briques réfractaires, en les fermant assez pour protéger les produits contre les coups de feu.

Pour certaines tuiles mêmes, ou certains produits qui sont délicats à cuire, qui supportent mal le tirage, ou qui prennent des nuances désagréables au contact des cendres ou des gaz de la combustion, on peut établir, dans le four, des carneaux longitudinaux fixes formant de véritables cazettes et qui peuvent durer 15 à 18 mois. On perd ainsi de la place, il est vrai, mais l'économie de combustible n'est pas diminuée, car la chaleur absorbée par ces petites murettes intérieures est reprise ensuite et utilisée plus loin.

En Allemagne, où l'industrie céramique est, comme on le sait, extrêmement avancée, on n'hésite pas à employer des cazettes, et l'on fabrique ainsi couramment, dans des fours Hoffmann chauffés à la houille, des briques de parement et des produits ornementés pour bâtiment, présentant des nuances très variées suivant les commandes, et d'une irréprochable pureté de coloris.

Il en est de même en France : les fabricants qui ont su construire et étudier les fours Hoffmann en ont toujours obtenu d'excellents produits de toutes les variétés : MM. Gastellier, Lombard, Sachot, etc., n'ont eu qu'à se louer de ces fours.

D'ailleurs les chiffres sont là qui apportent à ces faits une indiscutable autorité. Sur plus de 2.000 fours Hoffmann en fonctionnement, on en compte environ :

- 900 pour la brique seule;
- 300 pour la tuile seule;
- 600 pour la brique, la tuile, le carreau;
- 200 pour la chaux ou le ciment;
- 20 pour le ciment de Portland.

On voit par ce tableau qu'un nombre considérable de fours Hoffmann servent à la cuisson de la tuile seule ou mêlée à d'autres produits, ce qui démontre, évidemment, que les fabricants sont loin d'avoir à s'en plaindre.

Le reproche que nous examinons n'est donc nullement fondé : il n'a pu être formulé que par certains fabricants qui ont mal construit leur four, ou qui l'ont employé sans l'avoir étudié suffisamment, ou qui surveillent mal leurs ouvriers, ou qui enfin se servent de terres rebelles à toute cuisson, quel que soit le four. Il en est du four Hoffmann comme d'une machine à vapeur, d'une locomotive, ou de toute autre machine industrielle : la machine une fois construite dans de bonnes conditions, il faut l'étudier, connaître à fond son allure, ses qualités, ses défauts, diminuer les uns, augmenter les autres, et faire tourner le tout au plus grand profit de la fabrication.

Le troisième reproche vise l'impossibilité, pour les petites usines, de se servir du four Hoffmann, à cause de son prix élevé et de sa trop grande production. L'objection est sérieuse; car un fabricant qui ne peut écouler par an que 300.000 ou 400.000 briques, ne peut réellement dépenser une douzaine de mille francs pour élever un four Hoffmann, dont le plus petit lui cuirait encore 3.000 briques par jour, soit un million par an; ou alors il lui faudrait, soit ralentir son feu, soit

l'éteindre pour le rallumer plus tard, ce qui, dans les deux cas, aggraverait la dépense de combustible. Aussi, jusqu'à présent, la plupart des petites usines ont été forcées de conserver leurs anciens fours intermittents dont les frais de cuisson sont si élevés.

Mais, depuis quelques années, M. Bourry, le représentant de M. Hoffmann en France, a imaginé et fait breveter un système de four très ingénieux, qu'il a appelé *four semi-continu*, et qui convient parfaitement aux plus petites fabriques. Nous le ferons connaître un peu plus loin; bornons-nous à dire ici que ce four est basé sur les principes du four Hoffmann, et que, sans atteindre l'économie de cuisson de ce dernier, il réalise cependant d'importantes économies sur les anciens fours intermittents.

La dernière objection s'adresse aux cendres que le feu laisse toujours sur les produits, dans le voisinage des trous de chauffage, et que les courants d'air un peu vifs peuvent transporter dans les autres parties du four. On peut d'ailleurs adresser le même reproche à tous les systèmes de four qui brûlent des combustibles solides, soit sur des grilles, soit mêlés aux produits. Disons du reste que cette cendre ne devient réellement nuisible que si elle entre en fusion, ce qui est assez rare, et, dans ce cas, il suffit d'un simple lavage, après le défournement, pour l'enlever.

Mais si les produits à cuire sont délicats, ou s'ils exigent une température élevée qui puisse amener la fusion des cendres, il reste toujours la ressource de protéger les surfaces au moyen des produits plus communs, ou en formant des cazettes, ainsi que nous l'avons exposé plus haut.

Avant de quitter le four Hoffmann, il est bon de faire connaître quelques perfectionnements brevetés que M. Bourry lui a apportés dans ces derniers temps, et qui le complètent très utilement.

L'un de ces perfectionnements consiste à pouvoir mesurer, à tout moment, la force du tirage, au moyen d'un petit appareil fort simple; cet instrument indique à première vue, par des chiffres apparents, tout changement produit dans le tirage aussi bien par les fluctuations atmosphériques que par la manœuvre des soupapes. Le chauffeur, ainsi averti d'une façon constante et immédiate, n'a plus qu'à ouvrir ou à fermer ses soupapes de tirage à la demande de l'instrument. Ce petit appareil fort simple ne coûte que 60 francs.

Une autre disposition, imaginée par M. Bourry, consiste à recouvrir le four Hoffmann d'un bâtiment à plusieurs étages contenant des séchoirs, et à les chauffer au moyen d'air chaud capté dans les *compar-*

timents en défournement. Un réseau de petits canaux, installés sur le carrelage au-dessus du four, reçoit cet air chaud, et l'amène dans les séchoirs, à l'endroit que l'on veut, par des tuyaux verticaux mobiles.

Cette chaleur qu'on prend ainsi dans les chambres qu'on défourne n'est pas enlevée à la circulation générale de la cuisson, loin de là; elle ne constitue que l'excès de chaleur contenue encore dans les produits, qui n'a pas pu être entraînée dans le feu, et qui ne fait qu'incommoder les ouvriers qui défournent.

Il y a, comme on le voit, une différence complète entre cette chaleur et la chaleur rayonnée à l'extérieur par le four, et qu'on utilise souvent pour chauffer les salles de séchage : cette dernière est bien réellement, au contraire, une chaleur perdue, indûment enlevée à la cuisson : c'est un vice du four, qu'il faut chercher à diminuer le plus possible.

Nous terminons ici ce que nous avons à dire du four Hoffmann; nous l'avons décrit rapidement, mais complètement; il a été l'un des grands progrès industriels accomplis depuis 25 ans : le grand et légitime succès qu'il a obtenu si promptement est le meilleur éloge qu'on puisse en faire.

Four continu Simon (pl. 8). — Le principe fécond de la *continuité* a donné naissance à plus d'un système de fours à briques, à tuiles et à poteries. Nous ne les citerons pas tous; mais nous devons naturellement une description à ceux qui ont reçu des applications plus ou moins nombreuses. Nous commencerons par le four Simon.

M. A. Simon, ancien directeur des tuileries de Laumes (Bourgogne), de Montmorency (près Paris), de Vierzon (Cher), et maintenant copropriétaire de l'importante tuilerie des Charentes, à Roumazières (Charente), étudia et construisit, en 1874, à la grande tuilerie de Vierzon-Forges, le four continu qui porte son nom, et dont le modèle, acquis par l'État pour ses collections, figure aujourd'hui dans les galeries du Conservatoire des Arts et Métiers.

Le four Simon, dont nous donnons les dessins, est de forme rectangulaire; il se compose de deux galeries parallèles voûtées, communiquant à leurs extrémités par un conduit qui en fait une galerie sans fin, et par lequel s'opère le retour du feu.

Les murs extérieurs présentent un léger fruit et sont en moellons maçonnés avec du mortier de chaux; les parois intérieures sont en briques de 0^m,42 d'épaisseur. Entre ces deux murs, et jusqu'à la naissance de la voûte règne un vide, ou plutôt une couche d'air qui, très

mauvais conducteur de la chaleur, remplace le sable qu'on y entasse ordinairement dans les fours Hoffmann : ce vide est destiné, en outre, à faciliter les effets de la dilatation des parois intérieures, qui se dilatent naturellement plus que les murs extérieurs.

L'ensemble de ces maçonneries est relié par une armature élastique composée de forts montants de bois de chêne, scellés à leur base dans un massif de maçonnerie, et dont l'écartement, à la partie supérieure, est maintenu par des tirants en fer. Au moment du passage du feu, le four se dilate sans aucun obstacle, le fer s'allonge, les montants en chêne prennent un peu de flèche; puis, le feu passé, le tout reprend lentement sa position normale en se refroidissant.

Les murs extérieurs sont percés d'un certain nombre de portes d'enfournement, qui partagent fictivement le four, comme le four Hoffmann, en autant de compartiments égaux. A la droite de chaque porte, la voûte et ses pieds-droits reçoivent un léger renflement contre lequel on appuie un registre mobile en tôle, qu'on entre ou qu'on retire par la porte voisine, et qui ferme toute la section de la galerie.

Sur toute la longueur de four, entre les deux galeries, règne un canal voûté, ou chambre de fumée, qui communique à la fois avec la cheminée d'appel et avec tous les compartiments au moyen d'autant d'ouvertures. Ces ouvertures sont garnies, à leur partie supérieure débouchant dans la chambre à fumée, de valves en fonte qui peuvent les fermer hermétiquement au moyen de bains de sable placés dans des récipients annulaires également en fonte : ces valves se manœuvrent très facilement, selon les besoins du tirage, au moyen d'une tige en fer filetée et munie d'un écrou posé sur un support en fonte; un petit volant sert à donner le mouvement circulaire à la tige, et par suite à régler mathématiquement le tirage.

La partie supérieure du four est percée d'un certain nombre d'ouvertures fermées au moyen de bains de sable en fonte; elles servent, durant la cuisson, à introduire le combustible dans la partie du four en feu et elles sont espacées les unes des autres à une distance que déterminent la nature du combustible et celle des produits à cuire.

Jusqu'ici, comme on le voit, ce four se distingue peu du four Hoffmann; mais il en diffère entièrement par son *mode d'enfumage* et son *mode d'allumage*.

Pour enfumer le dernier compartiment enfourné, c'est-à-dire pour en échauffer suffisamment les produits avant de les livrer à la circu-

lation générale du four, M. Simon pratique dans l'épaisseur des murs extérieurs, à l'entrée de chaque compartiment, un petit foyer, qui communique avec l'intérieur du four par une ouverture, et qui reçoit le combustible par une seconde ouverture. Cette dernière peut se fermer très facilement, selon les besoins du service, au moyen de plaques en tôle ou de briques maçonnées en terre. Dans certaines circonstances, on peut remplacer ces foyers par des poêles mobiles à cloches qui se placent sur le four même : le compartiment en enfumage est toujours isolé par deux registres.

Ce mode d'enfumage par des foyers est bien plus simple que le réseau de carneaux imaginé par Hoffmann : il est plus efficace, sans constituer une dépense supplémentaire de charbon, car la somme de combustible employée pour enfumer un compartiment, en chauffe les produits à une température qu'ils conservent et qu'il ne sera plus nécessaire de leur faire atteindre ; il y a donc, on le voit, un véritable virement de combustible et nullement un surcroît de dépense.

Quant au mode d'allumage, il consiste en deux foyers fixes pratiqués à l'une des extrémités des galeries d'enfournement ; ils remplacent tous les petits foyers provisoires qu'il faut construire dans la galerie même pour allumer le four Hoffmann : les deux foyers Simon permettent de cuire aussitôt les premiers produits enfournés, et conduisent très rapidement le four à sa marche normale, car ils ne restent chauffés que six à huit jours au plus, tout compris, tandis que l'autre système exige toujours une vingtaine de jours de marche préliminaire.

Aussitôt que le four a atteint sa marche normale, on mure les deux ouvertures de ces foyers jusqu'au moment où, par suite d'un arrêt du four, il faut les allumer de nouveau.

L'un des grands avantages de cette méthode d'allumage est de permettre, en cas de besoin, d'arrêter la cuisson et de la reprendre plus tard, sans aucun supplément de dépense inutile, ce qui fait de ce four un véritable four intermittent.

Un dernier perfectionnement apporté à son four par M. Simon consiste à le rendre extensible à volonté, c'est-à-dire à pouvoir augmenter la capacité des chambres d'enfournement. Il lui suffit, pour cela, de descendre plus bas les fondations du four, ce qui permet d'élever ou d'abaisser le sol des galeries, et d'augmenter au besoin la production de 35 %.

Les dessins de ce four expliquent les diverses dispositions que nous venons d'exposer.

Lorsque le four est allumé et en plein fonctionnement, la marche en est la même que celle du four Hoffmann.

Supposons, par exemple, un four à 12 compartiments. Les chambres 5 et 6 sont en grand feu. On y introduit le combustible par les trous de chauffage de la voûte, et cela successivement par séries de rangées de trous, toutes les cinq minutes. Le compartiment 10, le dernier enfourné, est en enfumage et par conséquent isolé entre deux registres en tôle. La chambre 11 est en enfournement et la chambre 12 en défournement. Les n° 1, 2, 3, 4 ont été cuits et sont en refroidissement; les n° 7, 8 et 9, enfournés et préalablement enfumés, sont en échauffement progressif. Toutes les portes sont fermées, excepté celles des n° 11 et 12. Tous les carneaux de tirage sont également fermés, excepté celui du n° 9 et celui du n° 10, qui est en enfumage.

Dans cette situation, l'air extérieur entre dans le four par les portes 11 et 12, traverse les compartiments 1, 2, 3 et 4, dont il refroidit les produits en s'appropriant leur chaleur, arrive aux compartiments en feu 5 et 6 à une température voisine de celle de la cuisson, et brûle très rapidement le combustible en le réduisant en gaz. Puis tous les gaz de la combustion continuent leur route vers la cheminée d'appel en traversant les chambres 7, 8 et 9 dont ils échauffent les produits en leur abandonnant leur chaleur propre, et enfin s'échappent par le carneau du compartiment 9, qui les conduit par la chambre de fumée à la cheminée d'appel.

Lorsque le compartiment 5 est suffisamment cuit et que les produits du compartiment 7 ont été portés au rouge par les gaz de la combustion, on cesse le feu dans le n° 5 et on le commence dans le n° 7; en même temps, le registre I est enlevé et placé entre les n° 11 et 12, de manière que le n° 10, qui vient d'être enfumé, est livré à la circulation générale, tandis que le n° 11, qui vient d'être enfourné, est soumis, à son tour, à l'enfumage.

On voit que la marche de ce four est très simple et semblable à celle du four Hoffmann; la conduite en est facile et n'exige que deux ouvriers, un maître cuiseur et son aide.

L'avancement du feu est variable avec la force du tirage; mais on a constaté que plus la marche est active, plus les produits sont beaux. Dans tous les cas, il est fort important que la marche adoptée demeure régulière afin de mieux assurer la réussite de la cuisson.

Avec un four à 12 compartiments, de 4 mètres de longueur, et dont la section transversale serait de 3^m,80, l'avancement du feu par 24 heures peut varier de 4 mètres à 8 mètres, suivant le tirage.

Il serait de 4 mètres avec un tirage faible, et donnerait une production minimum de $4^m \times 3^m,80 = 15^m,20$ en 24 heures.

Il serait de 8 mètres avec un fort tirage et donnerait une production maximum de $8^m \times 3^m,8 = 30^m,40$.

C'est aux fabricants à régler le tirage sur la production à fournir; mais M. Simon conseille d'adopter autant que possible une marche régulière de 6 mètres en 24 heures.

La section intérieure du four peut varier entre des limites très grandes, mais M. Simon est d'avis de la maintenir entre un minimum de $2^m,50$ et un maximum de 10^m , ces deux sections étant encore également convenables.

La forme rectangulaire des fours Simon présente l'avantage de faciliter la construction de grands séchoirs qu'on dispose au-dessus des fours, et dans lesquels on utilise la chaleur perdue par le rayonnement.

Ce four est destiné à être chauffé à la houille, mais on peut disposer facilement les appareils pour tout autre combustible: anthracite, tourbe, bois, lignite, coke, et même pour des combustibles liquides, graisses, goudron, huile, etc. On peut également, à l'aide de dispositions particulières, et l'adjonction d'un gazogène, employer le chauffage au gaz.

Le four Simon donne d'excellents résultats, grâce à sa marche facile et régulière, à son enfumage préalable. Les produits sont très beaux et bien régulièrement cuits dans toutes les parties du four. On n'y remarque ni gerçures, ni fendillements, ni ces teintes dartrées et sales dont nous avons parlé plus haut. Le déchet, qui s'élève à peine à 5 % des produits enfournés, est encore de vente facile; dans la cuisson des grandes tuiles mécaniques de 13 au mètre carré, on obtient régulièrement 90 % de premier choix, 6 à 7 % de deuxième choix, et seulement 3 % de produits avariés.

A ces qualités de premier ordre, il faut ajouter une économie considérable dans les frais de cuisson, économie qui s'élève jusqu'à 60 ou 70 % de la consommation des anciens fours. Voici quelques chiffres à l'appui :

Dans un four à section transversale de $3^m,80$ et comptant 14 compartiments égaux d'une contenance de $3^m,80 \times 4^m = 15^m,20$, M. Simon a constaté que la moyenne des dix fournées complètes donnait une dépense de 52 kilogr. par mètre cube d'enfournement en produits ordinaires consistant, pour les deux tiers, en grandes tuiles et, pour un tiers, en briques creuses et pleines, carreaux, le tout cuisant à une

température de 1.000 à 1.100 degrés centigrades. Ce chiffre s'élève à 62 kilogr. par mètre cube d'enfournement en produits réfractaires cuisant à 1.300 ou 1.400 degrés. Le combustible employé consistait en gras et carré des mines de Commentry (houille de la grosseur du poing, brûlant à longue flamme).

MM. Simon, de Galard et C^e ont constaté, à leur grande tuilerie mécanique du Berry, à Vierzon-Forges (Cher), que, durant la campagne de 1874, la consommation d'un four Simon à 14 compartiments d'une contenance totale de 211^m,75 était de 54 kilogr. de houille par mètre cube d'enfournement, ou de 216 kilogr. par millier de grandes tuiles de 43 au mètre carré, tandis que leurs anciens fours à flamme, établis en 1871 d'après les meilleurs systèmes, brûlaient 170 kilogr. de houille par mètre cube d'enfournement, ou 680 kilogr. par millier de tuiles, ce qui représente une économie de 68 % sur le combustible.

M. O. Du Clésieux a construit, en 1875, à son usine de Saint-Ilan, près Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord), un four Simon, d'assez petites dimensions, ayant 1^m,90 de hauteur sur une largeur de 1^m,80; il y a 16 compartiments d'une longueur de 3^m,80, pouvant contenir ensemble de 60 à 65.000 pièces, dont moitié de tuiles mécaniques et moitié de briques pleines et creuses. La consommation moyenne, en charbon d'Écosse à longue flamme, est de 12.500 à 13.000 kilogr. pour 60 à 65.000 pièces, soit 60 à 62 kilogr. par mètre cube d'enfournement, ou encore 200 à 210 kilogr. par millier de pièces, tandis que, dans les anciens fours triples, il brûlait 13.000 kilogr. de charbon pour cuire 20.000 pièces de même assortiment, soit 650 kilogr. par millier de pièces, ce qui représente une économie de 68 %.

MM. Lupant-Carlier et C^e, à leur usine de Sinault (Belgique), brûlent, dans un four Simon, 9 hectolitres ou 720 kilogr. de charbon par compartiment de 6.000 briques et tuiles mélangées, soit 120 kilogr. par millier de pièces, et réalisent une économie de près de 75 % sur leurs anciens fours intermittents.

M. Bocquet, à Eu (Seine-Inférieure), dans un four Simon à 16 compartiments, cubant chacun 18 mètres cubes et contenant 4.500 grandes tuiles, genre Boulet, brûle en moyenne 700 kilogr. de charbon par compartiment, soit 38 kilogr. par mètre cube d'enfournement, ou encore 155 kilogr. par millier de tuiles, tandis qu'il en brûlait 3.500 kilogrammes dans ses anciens fours, pour cuire 6.000 tuiles du même modèle, soit 585 kilogr. par millier de tuiles. Le four Simon lui réalise donc une économie de 73 % sur le combustible.

On conçoit aisément que cette économie dans le frais de cuisson,

jointe à la grande régularité des produits, ait amené promptement une nombreuse clientèle à M. Simon. Bien que ses brevets n'aient encore que cinq années de date, il a construit déjà plus d'une cinquantaine de ses fours dans toutes les régions de la France et à l'étranger. Leur prix d'établissement varie de 12.000 à 120.000 fr. suivant leur importance : les plus petits ne cuisent guère que 3.000 à 4.000 briques par jour.

Cette production, comme celle du four Hoffmann, est encore trop grande pour les petites usines, mais le mode d'allumage du four Simon, au moyen des deux foyers placés à l'une des extrémités du four permet l'usage de ce four aux fabricants qui ne peuvent cuire d'une façon continue, car la dépense d'allumage est insignifiante. De la sorte, le plus petit modèle, celui qui ne cuit que 3.400 briques par 24 heures, convient très bien pour une production annuelle de 6 à 700.000 briques en cuisant six mois sans interruption, ou bien en partageant cette période en deux séries de cuisson de trois mois chacune. On possède ainsi un four intermittent ou continu, à volonté.

■ *Four continu Joly-Barbot.*— M. Joly-Barbot, céramiste à Blois, s'est préoccupé, comme beaucoup de fabricants, de construire un four qui joignît, à l'économie de cuisson des fours continus, les avantages incontestés des anciens fours intermittents. Voici la solution qu'il a trouvée à ce problème intéressant.

Le four Joly, dont on peut voir une réduction au Conservatoire des Arts et Métiers, se compose d'une série de compartiments placés sur deux lignes parallèles, et communiquant entre eux au moyen de carneaux s'ouvrant et se fermant par des registres qu'on manœuvre facilement de l'extérieur.

Le but principal de ces registres est de permettre l'isolement parfait et facultatif de chaque compartiment au moment convenable, c'est-à-dire après la cuisson des produits qu'il contient. Cet isolement a son importance pour certains produits délicats qui pourraient se gercer par l'effet d'un refroidissement trop rapide, et aussi pour ceux qu'on doit vernir au sel, ou qu'on veut ardoiser. Ce compartiment, isolé des autres et abandonné à lui-même, se refroidit lentement à la manière des anciens fours intermittents, en donnant le *recuit* aux produits qu'il renferme.

Lorsque le four marche au contraire à feu continu, la flamme et les gaz de la combustion, qui s'échappent du compartiment en feu, passent successivement dans les compartiments à la suite, dont

les registres sont ouverts, abandonnant peu-à-peu leur chaleur aux produits qu'ils traversent, et ne gagnant la cheminée d'appel qu'au moment où ils ne possèdent que la quantité de chaleur nécessaire au tirage.

L'enfournement des produits se fait de manière à partager chaque compartiment en deux parties : un foyer à grille, disposé pour le chauffage à la houille ou au bois, est placé sur l'un des côtés du compartiment ; les flammes et les gaz de la combustion montent verticalement, par ce puits de chauffage, jusqu'à la voûte dont ils suivent la courbure, et viennent se renverser dans la seconde partie du compartiment où ils trouvent les carneaux de communication, passent à travers ces carneaux, parcourent successivement le second compartiment et les compartiments suivants de la même manière que le premier, et se déversent enfin dans la cheminée.

Les produits qu'on vient d'enfourner ne sont livrés à la circulation générale qu'après avoir été réchauffés graduellement au moyen de l'air qui a servi à refroidir les produits cuits. Cette communication s'établit à l'aide d'un conduit ménagé à la partie inférieure du four, et sur lequel chaque compartiment peut être ouvert par la simple manœuvre d'un registre horizontal.

Chaque chambre contient, en outre, un certain nombre de trous percés dans la voûte, du côté opposé au puits de chauffage, et par lesquels on introduit, en cas de besoin, le combustible nécessaire pour que les pièces placées dans la partie la plus éloignée du foyer se cuisent au degré voulu, de manière à obtenir l'uniformité de nuance et de cuisson.

L'enfournement et le défournement de chaque compartiment se font au moyen d'une porte qu'on mure durant la cuisson.

Le four Joly peut être chauffé avec le combustible dont on dispose, bois, houille, ou tout autre, pourvu qu'il brûle à longue flamme.

On voit que le principal avantage de ce four est de se prêter également au chauffage intermittent et au chauffage continu. A ce double point de vue, il donne de bons résultats. Outre le four que M. Joly a construit en 1877 dans sa tuilerie de Saint-Lazare, à Blois, il en a élevé déjà d'autres dans quelques fabriques, et il a reçu des commandes importantes pour la Roumanie.

Il est à regretter que l'adoption de foyers à grille, par où l'air froid s'introduit naturellement, ne permette pas d'obtenir toute la somme d'économie que réalise le système de chauffage du four Hoffmann ou du four Simon. Toutefois l'économie de combustible est encore de

plus de 50 p. 100 sur la dépense des anciens fours intermittents, ce qui est encore un beau chiffre.

Four continu Marle. — M. Marle a obéi aux mêmes préoccupations que M. Joly-Barbot : il a cherché à combiner un four qui réunisse à la fois les avantages des fours continus et ceux des anciens fours intermittents. Mais, de plus, il brûle le combustible sur les grilles, non plus avec de l'air froid, mais avec l'air chaud qui a traversé les produits cuits et en refroidissement.

Le four qu'il a construit en 1879 dans son usine de Saint-Vallier, près Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire), a été étudié avec un soin tout particulier : il marche à volonté au gaz ou à la houille, à quelque moment que ce soit, et présente des dispositions extrêmement ingénieuses.

Nous décrivons plus loin, parmi les fours à gaz, ce four remarquable à tous égards : nous ne le notons ici que pour lui assigner son rang parmi les fours continus.

3. — FOURS CONTINUS A FOYER FIXE

Nous avons dit plus haut que la cuisson des produits au feu continu peut s'obtenir aussi en entretenant un foyer fixe, à la chaleur duquel on expose les produits qu'on fait circuler sur des wagonnets, à la manière d'un train de chemin de fer.

Ce système de cuisson n'est pas neuf, il a été employé depuis longtemps déjà par MM. Demimuid, Péchiné, Colas, Borie et plus récemment par M. Dueberg et par M. Curot.

Four Demimuid. — Le four *Demimuid* consistait en une longue galerie inclinée au milieu de laquelle se trouvait le foyer en feu : les poteries, empilées sur des chariots, entraient par une extrémité de la galerie et sortaient par l'autre, de sorte que l'échauffement d'abord, et le refroidissement ensuite, marchaient progressivement.

Four Péchiné. — Le four *Péchiné* avait deux galeries parallèles, l'une pour l'aller, l'une pour le retour ; une troisième galerie, transversale et très courte, était directement chauffée par un foyer à houille, et cuisait les produits. Ceux-ci, portés sur un chariot, arrivaient par un chemin de fer jusqu'au bout de la galerie d'aller, s'arrêtaient et

cuisaient; puis, le chariot se retournait deux fois au moyen d'un système d'engrenage et de crémaillère, et prenait d'abord la petite galerie transversale, puis celle de retour. Le refroidissement s'opérait donc encore lentement.

Fours Colas et Borie. — Dans les fours *Colas* et *Borie*, les wagons ou trucks qui portent les produits forment un train qui avance lentement dans une longue galerie dont le milieu est occupé par le foyer. Le principal inconvénient de ces fours est la fréquence des interruptions dans le service, occasionnées par la difficulté de faire avancer régulièrement, dans des galeries voûtées et à travers le feu, un long train de wagons chargés. Les essieux sont trop fortement chauffés sans pouvoir être graissés et ne tournent plus qu'avec peine et avec une grande dépense de force; d'un autre côté, le moindre éclat de brique qui tombe peut arrêter la marche du train. On est ainsi conduit à employer des machines à vapeur ou des machines hydrauliques pour faire avancer les wagons, ce qui devient fort dispendieux.

Four Dueberg. — Le four américain *Dueberg* est un four continu, à sole mobile, composée d'une série de trucks, reposant sur des essieux et des roues, qui roulent sur une voie ferrée posée sur toute la longueur de la chambre de cuisson. Mais ici, les trucks n'avancent pas durant la cuisson comme dans les fours *Colas* et *Borie*; au contraire, ils restent stationnaires, et c'est le feu qui avance à travers les produits comme dans le four *Hoffmann*. A cet effet, le combustible est introduit au milieu des produits par de petites ouvertures pratiquées dans la voûte de la chambre de cuisson.

Les trucks, leur chargement opéré, sont introduits un à un dans le four, de manière que chacun d'eux touche le précédent dont l'arrière est préalablement garni d'argile afin de former par le contact un joint étanche. Quant aux joints latéraux, entre les trucks et les parois du four, on les rend étanches avec du sable qu'on place avant l'arrivée du wagon suivant. Ces joints ne peuvent perdre leur étanchéité, car, nous le répétons, les trucks sont immobiles pendant toute la durée de la cuisson.

Ce n'est qu'après la cuisson et le refroidissement des produits qu'il porte, qu'un truck est détaché des autres et sorti du four, et ainsi des suivants. Il n'est donc jamais nécessaire de les mouvoir tous ensemble pendant qu'ils sont chauds, de sorte qu'il est facile de graisser leurs essieux avant de les pousser hors du four.

D'un autre côté, l'étanchéité parfaite des joints empêche absolument la chute des briques et du mâchefer, accidents qu'on reprochait surtout aux fours Borie et qui arrêtaient souvent la marche du train.

Du moment que dans le four Dueberg on n'avait plus qu'un seul truck à mouvoir à la fois au lieu de tout un train, on pouvait, sans le moindre inconvénient, augmenter les dimensions des trucks et celles du four, et c'est ce que fait M. Dueberg avec un grand avantage, car on déplace plus aisément un wagon portant 5.000 briques que trente wagons de 1.000 briques, dont le quart a ses essieux chauffés au rouge.

Le four Dueberg contient, soit deux galeries parallèles reliées par un étroit passage à leurs extrémités, soit quatre galeries d'égale longueur et formant entre elles un carré parfait. Il peut être établi pour une cuisson continue tout aussi bien que pour une cuisson intermittente. Aucune machine n'est nécessaire, un simple treuil en face de la porte d'entrée suffit pour faire sortir les wagons, qui sont ensuite manœuvrés à bras, un à un.

On voit, en résumé, que ce four supprime à peu près les inconvénients des fours Colas et Borie, tout en conservant la facilité de l'enfournement et du défournement qui forme l'avantage incontesté de ces systèmes de fours. Son mode de chauffage, analogue à celui des fours Hoffmann, lui assure en outre une grande économie dans les frais de cuisson. M. Bourry, 80, rue Taitbout, à Paris, se charge de la construction de ce système de four.

Four Curot. — Le four continu Curot, construit par M. Curot, en 1877, à son usine d'Abondant (Eure-et-Loir), se compose d'une galerie voûtée de 16 mètres de longueur, dans laquelle avancent des wagons en fer portant les produits à cuire. Deux grandes portes en fonte et tôle ferment la galerie à ses deux extrémités.

Les wagons chargés sont amenés par un petit chariot, ou truck, en regard de la voie qui règne dans toute la longueur du four, et poussés au moyen d'une crémaillère horizontale, qu'un homme suffit à manœuvrer à l'aide d'un petit treuil. En entrant, chaque wagon pousse devant lui le train complet qui remplit le four et, en même temps, un wagon de produits cuits sort par l'extrémité opposée de la galerie.

Aux deux extrémités du four, la voûte est surélevée et forme deux sortes d'étuves ou de chambres : celle du côté de l'entrée remplit l'office de chambre d'enfumage, celle du côté de la sortie sert au refroidissement.

La cuisson s'opère au moyen de 4 foyers extérieurs ou alandiers

placés vers le milieu du four, où règne, par conséquent, la température maximum.

Le four contient toujours 16 wagons, savoir : 3 en enfumage, 3 qui commencent à cuire, 4 en cuisson, 3 qui s'éloignent du feu, et 3 en refroidissement.

Les produits de la combustion s'échappent par une cheminée placée aux deux cinquièmes environ de la longueur totale.

Le chargement et le déchargement des wagons se font en dehors, sur une voie de retour parallèle à celle du four; un petit truck roulant sert à opérer le changement de voie à chaque extrémité. Des dispositions spéciales isolent complètement le mécanisme de l'action du feu.

Le personnel employé comprend cinq hommes; mais on peut se dispenser du travail de nuit en fermant simplement le soir les registres et les foyers, pour reprendre le lendemain la marche du four.

La consommation moyenne de ce four est de 1.000 kilogrammes de charbon anglais pour cuire en 12 heures 6.000 briques pleines de $\frac{22 \times 11}{6}$ ou 12.000 briques creuses de mêmes dimensions, ce qui correspond à 170 kilogrammes environ par millier de briques pleines. C'est incontestablement moins qu'avec les anciens fours intermittents, mais c'est beaucoup plus qu'avec les fours continus Hoffmann et Simon, et encore les produits de M. Curot cuisent-ils à une température peu élevée.

L'avantage principal du four Curot semble être son bas prix, car un four capable de cuire 3.000.000 de briques par an ne coûterait que 6.000 francs.

Nous n'entrerons pas plus avant dans le détail de ce système de fours continus, d'autant mieux que les fours continus à feu mobile ont prévalu partout, tant à cause de leur simplicité qu'à cause de la facilité de leur marche et de leur incontestable économie de cuisson. Nous ajouterons, toutefois, que le four américain Dueberg nous paraît le mieux compris et le mieux agencé de tous, et qu'il doit réaliser sur les anciens fours une économie de combustible assez importante.

4. — FOURS SEMI CONTINUS

Nous avons constaté plus haut que la grande production des fours continus et leur prix élevé constituent le grand obstacle à leur adop-

tion par les petites usines. Aussi beaucoup d'entre elles ont-elles conservé les anciens fours intermittents qui, du moins, si la cuisson coûte cher, leur donnent de bons produits sans amener d'encombrement dans les magasins.

Quelques techniciens ont cherché à construire des fours qui répondissent aux besoins des petits fabricants. Des dispositifs imaginés et qui ont commencé à se faire adopter dans la pratique, nous ne retiendrons ici que le *four semi-continu Bull* et le *four semi-continu Bourry*.

Four à briques semi-continu Bull. — M. Bull, ingénieur anglais, s'est proposé le triple but d'établir le four à briques le plus économique possible; de brûler complètement le combustible, et cela, sans le secours d'une cheminée; enfin, d'utiliser la chaleur perdue sans profit dans les anciens fours. Voyons comment il a résolu le problème.

Le four Bull forme une galerie droite, ouverte dans le haut, par conséquent non voûtée, et n'ayant ni compartiments, ni carneaux, ni chambre à fumée, ni cheminée proprement dite.

La sole présente, sur toute sa longueur, une pente de $1/7$ à $1/8$, soit de $0^{\circ},125$ à $0^{\circ},143$ par mètre. A l'extrémité inférieure de la galerie sont établis des foyers fixes dans toute la largeur du four, à la manière des anciens fours. Le tirage s'établit tout d'abord par les trous et les puits de chauffage, ménagés dans la masse des briques enfournées comme dans le four Hoffmann, et qu'on laisse ouverts dans le haut; puis, plus tard, lorsque le feu a pris assez de force, on bouche ces ouvertures, et le tirage a lieu tout simplement par l'effet de la pente donnée au four.

Tout le succès de la cuisson dépend absolument de la manière d'enfourner les briques, et c'est surtout dans ce mode d'enfournement, il faut le dire, que consiste en grande partie l'invention.

Sur la sole du four, on place d'abord des piles de trois briques à plat, en élévation longitudinalement, en les distançant l'une de l'autre, de manière à former de petits carneaux qui se continuent dans toute la longueur du four. Ces carneaux sont coupés par des carneaux transversaux établis à chaque endroit où l'on place un puits de chauffage.

Ces carneaux longitudinaux sont recouverts d'une assise de briques posées à plat, puis d'une assise de briques de champ, mais distancées l'une de l'autre, de manière à former des espèces de poches qu'on remplit de combustible. L'assise suivante est plus compacte et recou-

vre les poches; la troisième assise forme des poches comme la première. Ce système est répété trois fois. Plus haut, on alterne avec deux assises pleines et une à poches.

Au total, on forme ainsi 15 à 18 assises de briques; on ménage, dans les puits de chauffage, quelques briques qui traversent, en les plaçant en porte-à-faux dans le sens vertical, de manière que le charbon puisse s'y maintenir aux différentes hauteurs de l'enfournement.

A l'extrémité supérieure de la galerie, on établit une espèce de petite cheminée, assez élevée cependant pour mettre les chauffeurs à l'abri de la fumée. Puis, comme le tirage, à certains moments, pourrait être trop fort, on y pose un clapet qu'on peut, au besoin, remplacer par quelques briques placées en travers de l'orifice étroit de la cheminée.

La largeur de ce four est suffisante pour contenir, avec les intervalles voulus, 70 briques sur champ placées longitudinalement à la galerie. Quant à sa longueur, elle peut varier, à volonté, de 20 à 30 mètres.

On peut placer plusieurs de ces fours à côté l'un de l'autre, en les séparant par un simple mur, ce qui procure une double économie dans les frais de construction et dans ceux de cuisson, car les mêmes chauffeurs peuvent entretenir aisément deux ou trois fours parallèles.

M. Bull a fait breveter son four en Angleterre, en France, en Belgique, etc., et il en a construit tout de suite un certain nombre en Angleterre; c'est M. Bourry, 80, rue Taitbout, à Paris, qui est chargé de l'exploitation de ce brevet. Le prix de la licence est des plus modestes (400 à 500 francs par four), et tout à fait en rapport avec le prix de revient si minime de ce four.

Certes, ce four ne possède pas la perfection du four Hoffmann, et ne présente ni la même économie de cuisson, ni la même régularité de produits; toutefois, il économise encore environ 50 % sur les frais de cuisson des anciens fours; mais, ce qui lui fera donner la préférence en bien des cas, c'est le prix extrêmement minime de sa première installation, qui le rend très abordable aux plus petites briqueteries.

Four semi-continu Bourry. — M. Bourry a visé surtout les petites fabriques de tuiles, briques, carreaux, chaux et plâtre, en créant son four semi-continu breveté. Il convient également aux usines qui ne

produisent que 300.000 briques, et à celles dont la production s'élève à plusieurs millions, alors que le plus petit four continu d'Hoffmann ne peut guère produire annuellement moins d'un million de briques.

Le four Bourry consiste en une seule galerie droite et voûtée fermée à ses deux extrémités par des murs verticaux. Dans l'un de ces murs, on ménage les portes d'un, deux, ou trois foyers fixes, suivant la longueur du four. A l'autre extrémité, le mur est percé d'un carneau qui conduit à la cheminée.

La voûte du four présente un certain nombre de petites ouvertures, analogues à celles du four Hoffmann, par lesquelles on introduit le combustible. Ces trous de chauffage se ferment à volonté par des cloches en fonte à bain de sable, afin d'assurer une fermeture étanche.

Un des deux murs longitudinaux du four est percé d'un certain nombre de portes d'enfournement; l'autre mur est complètement fermé. Ces portes sont au nombre de 4 ou 6 pour un four de 24 à 25 mètres de longueur, et partagent la galerie en autant de compartiments fictifs analogues à ceux du four Hoffmann; au delà de 25 mètres, il y a avantage à ouvrir, à tous les 3 ou 5 mètres, une porte d'enfournement et un carneau de tirage par compartiment. Tous ces carneaux de tirage peuvent s'ouvrir ou se fermer hermétiquement, à volonté, par des tampons en fonte, et communiquent avec la cheminée par un canal collecteur, appelé canal de fumée.

Si l'on veut pousser à son maximum l'économie des frais de premier établissement, on peut, à la rigueur, établir le four sans voûte; mais, pour une exploitation régulière, ou pour des produits délicats, ou lorsqu'une haute température est nécessaire, la voûte sera toujours préférable et plus économique à l'exploitation.

On peut d'abord élever ce four sur de petites dimensions, et ne lui donner que quatre portes d'enfournement, c'est-à-dire quatre compartiments, suffisants pour une production annuelle de 300.000 briques; puis, par la suite, on peut l'agrandir, au fur et à mesure des besoins, par un simple allongement, jusqu'à une production de deux millions de briques et au delà. Plus tard encore, si le débit augmente, on peut construire une seconde galerie, parallèle à la première, les faire communiquer ensemble à leurs extrémités, et obtenir de la sorte un four rectangulaire continu. Cet allongement facultatif de ce four est l'un de ses grands avantages.

Plus il y a de longueur, plus l'économie de combustible est importante et s'approche de celle du four continu.

La marche de ce four est facile à saisir. Appelons 1 le comparti-

ment compris entre les foyers fixes et la première porte; 2, celui qui se trouve entre la première et la deuxième porte, et ainsi de suite, et supposons que le four ne contienne que quatre compartiments.

On commence par l'enfourner complètement, puis on allume le petit feu dans les foyers fixes, et on l'entretient aussi longtemps qu'il est nécessaire. Lorsque l'enfumage du premier compartiment est terminé, on passe au grand feu, comme dans les anciens fours.

Au moment où le premier compartiment est en pleine incandescence, on commence à introduire le combustible par le haut; le feu avance alors graduellement vers le compartiment n° 2, puis vers le n° 3. A ce moment, le compartiment n° 1 étant cuit, on cesse de l'alimenter de combustible; il est livré au refroidissement, et la chaleur qui se dégage des produits cuits est entraînée vers le feu par l'air d'alimentation, qui traverse les produits cuits juste en quantité nécessaire. Lorsque le feu a atteint le dernier compartiment, on cesse de l'alimenter aussitôt que les produits y sont cuits suffisamment. Pendant ce temps, les produits du compartiment n° 1 se sont refroidis, et on commence à défourner et à réenfourner, tandis qu'au n° 4 les produits sont encore en incandescence.

Un four de 4 compartiments peut se défourner et se réenfourner facilement en 4 ou 5 jours. La durée de l'enfumage du 1^{er} compartiment varie suivant la nature des terres et leur degré d'humidité, mais on peut admettre 4 jours en moyenne, et, en comptant 5 à 6 jours pour achever la cuisson du four entier, on voit que l'opération totale dure de 13 à 14 jours, soit deux opérations par mois.

Avec des fours plus longs et contenant 6, 7, 8, 9 ou 10 compartiments, l'allumage, au commencement, est toujours le même; mais, outre une économie plus grande en combustible, on a l'avantage de pouvoir défourner et réenfourner le n° 1, lorsque le grand feu se trouvera au n° 5 ou 6; de même, le n° 1 sera de nouveau en grand feu lorsqu'on achèvera la cuisson du n° 9 ou 10. Il n'y a donc, pour ainsi dire, ni interruption, ni temps perdu, de sorte qu'en résumé la cuisson complète d'un four de 10 compartiments n'exige pas plus de temps que celle d'un four de 4 compartiments; le travail devient alors à peu près continu.

Les fours ayant plus de 4 ou 5 compartiments doivent avoir plusieurs carneaux de tirage, ainsi qu'on l'a dit plus haut. De plus, on doit alors se servir d'un registre pour couper la galerie de cuisson en deux parties. Ce registre est placé après chaque carneau de tirage aussitôt que l'enfournement est terminé jusque-là.

L'entumage n'a besoin de se faire, à chaque fournée, qu'au n° 1 dans les foyers fixes; il se fait tout naturellement, dans les autres compartiments, par l'approche graduelle du grand feu; il y a déjà, de ce chef, une notable économie sur les anciens fours.

Le four semi-continu Bourry ne peut naturellement présenter toute l'économie de cuisson des fours continus complets, mais il économise encore environ 50 % sur les anciens fours intermittents. Ses principaux avantages sont la modicité de son prix d'établissement et la facilité qu'il offre à s'allonger progressivement suivant les besoins de la production.

5. — FOURS INTERMITTENTS A AIR CHAUD

Nous avons dit plus haut que les anciens fours intermittents, malgré leur grande dépense de combustible, ont des qualités propres qui les ont fait conserver jusqu'ici dans quelques usines : ils se prêtent, mieux que les fours continus, à la cuisson de certains produits délicats qu'on veut émailler, ou cuire noir ou bleu. D'un autre côté, leur prix d'établissement et leur production, plus faibles, les mettent à la portée des petits établissements.

Dans ces dernières années, plusieurs techniciens ont cherché à diminuer, dans d'importantes proportions, leur dépense de combustible en utilisant, pour la cuisson, même la grande quantité d'air chaud perdue sans profit dans ces fours. De là quelques dispositifs nouveaux, parmi lesquels nous signalerons seulement le four tunnel de MM. Virollet et Duverne, et le four intermittent de MM. Boulet frères.

Four tunnel intermittent Virollet et Duverne. — Ce four se compose d'une ou deux galeries parallèles et voûtées de 20, 30, 40 ou 50 mètres de longueur sur 2^m,50 à 3 mètres de largeur et 2 mètres de hauteur sous clef. La sole est partagée transversalement par des cendriers à grilles de 0^m,45 de largeur, régnant sur toute la longueur du four, et laissant entre eux une zone de 0^m,45 de largeur, suffisante pour empiler un rang de tuiles superposées de la sole à la voûte. Des trous rectangulaires sont disposés sur la ligne des clefs de voûtes, au-dessus des grilles, et permettent d'y projeter le combustible.

Ce four ne contient que deux portes, une à chaque extrémité; elles sont affectées au défournement; l'enfournement se fait par les trous de chauffage de la voûte agrandis *ad hoc*.

L'air servant à la combustion est exclusivement de l'air chaud; mais cet air n'est pris ni dans les compartiments en refroidissement, comme dans les fours continus, ni directement dans l'atmosphère, comme dans les anciens fours; il arrive de l'extérieur dans des vides pratiqués dans les maçonneries des murs et de la voûte, s'y échauffe, et est conduit par des canaux intérieurs sous les grilles du cendrier; à cet effet, la chemise intérieure du four et les murs extérieurs forment pour ainsi dire deux enveloppes, laissant entre elles des canaux où l'air extérieur récupère, comme dans la méthode Siemens, la chaleur des matériaux constamment chauffés, avant d'être distribué dans les cendriers par des cloches soupapes.

L'appel de fumée se fait à travers les grilles placées en avant du feu au moyen d'un canal longitudinal situé sous la sole, et communiquant avec la cheminée.

Lorsque la longueur du four ne dépasse pas 40 mètres, on place la cheminée à l'une des extrémités. Au delà de 40 mètres, on la place au milieu du four.

MM. Virollet et Duverne ont supprimé, dans leur four, le fer et la fonte; les grilles elles-mêmes peuvent être faites en briques.

On commence le feu sous des alandiers ordinaires placés à une ou deux extrémités du tunnel, selon la longueur du four ou la rapidité qu'on veut donner à la production. Dans ce dernier cas, la cheminée est placée au centre et le feu marche des extrémités au centre; dans le premier, la cheminée est à l'une des extrémités.

Dès qu'on peut enflammer le combustible, sur les petites grilles de la sole, par les trous de chauffage de la voûte, on ferme alandiers et cendriers inférieurs, pour continuer par les grilles de la sole et par les trous de la voûte.

On conduit ordinairement le feu par trois trous: le premier, en avant du tirage, est en allumage; le deuxième est en feu; le troisième est en grand feu. On doit arrêter le feu avant le retrait qu'on désire obtenir, en raison de l'effet de recul des flammes qui termine la cuisson; à cet effet, on ferme la cloche d'air chaud sous la dernière grille, et l'on ouvre la troisième en avant, qu'on a garnie préalablement de combustible.

Ce four remarquable est donc caractérisé par les dispositions suivantes:

1° Emploi exclusif de l'air chaud sous les grilles. On réalise ainsi une meilleure combustion, puisqu'on brûle presque entièrement l'oxyde de carbone; en même temps, on obtient des produits uni-

formes de cuisson, de bas en haut, sans altération de couleur, sans craquelages ni fendillements, tous défauts causés généralement par l'air froid qui arrive au-dessus et au-dessous des grilles sur des produits chauffés au rouge blanc.

2° Fractionnement de la cuisson limitée à une seule pile verticale de tuiles placée entre les deux lames de flammes s'élevant de la grille à la voûte. Ce fractionnement laisse constamment visibles toute la surface de la grille et tous les produits en cuisson, et permet d'opérer facilement et commodément le chargement de la grille en combustible.

3° Isolement complet du tirage sous les grilles en cuisson. Cette condition donne aux produits cuits un refroidissement et un recuit lents que l'on ne peut obtenir dans les fours continus ordinaires, dans lesquels l'air froid venant de l'extérieur traverse tous les compartiments en refroidissement.

4° Intermittence et non-continuité du feu. Cette intermittence, qui résulte, d'ailleurs, de la forme de tunnel donnée au four, ne sacrifie pas l'économie de combustible. En effet, les avantages de la continuité sont conservés sur toute la longueur du tunnel, et, lorsqu'on l'abandonne pour terminer la cuisson, il ne reste de chaleur que la quantité nécessaire à un enfumage. En outre, l'addition d'un canal de fumée spécial, débouchant au centre de la galerie, assure la parfaite continuité du gaz non brûlé sur la moitié du tunnel.

La fermeture hermétique du four, ne laissant circuler d'autre air que celui qui arrive sous les grilles en cuisson, produit toujours un retour de flamme, en arrière de la grille en cuisson. Cet effet de recul provient de la raréfaction qui s'établit dans la dernière tranche déjà cuite, et où la chaleur est plus intense qu'en avant du feu. Ce retour en arrière des flammes et du gaz de la combustion fixe pour ainsi dire ces produits, sous l'influence de l'air à 400 degrés qui s'échappe sous les grilles.

Ce four, dont la construction est simple et dont les dispositions sont fort ingénieuses, a été construit par M. Duverne à sa tuilerie de Saint-Pierre, près Monceau (Saône-et-Loire.) Les produits qu'il obtient ne laissent rien à désirer, et il réalise une économie de combustible assez importante sur les anciens fours continus.

MM. Virollet et Duverne ont fait breveter leur four sous le nom de *four tunnel intermittent*, à combustion fractionnée sur grilles, avec air chaud récupéré entre les voûtes, sous la sole et les murs latéraux.

Four intermittent Boulet frères. — Ce four a été décrit dans le 2^e semestre de l'année 1879 des *Annales Industrielles* (1).

Il présente deux avantages, savoir : économie de combustible et rendement maximum en produits de premier choix. On a réalisé le premier, en empruntant la continuité aux fours continus, et le second, en conservant la forme et la marche des fours ordinaires.

Les fours Boulet se composent en réalité d'une série de fours accolés sur une même ligne, et disposés de telle manière que les foyers des fours n^{os} 1, 3, 5, 7, et les portes d'enfournement des fours 2, 4, 6, 8, etc., soient d'un même côté, tandis que les foyers, 2, 4, 6, 8 et les portes 1, 3, 5, 7 sont de l'autre côté.

Les chaleurs perdues et les gaz de la combustion passent de chacun de ces fours dans la cheminée ou dans le four voisin, au gré du cuisinier, et débouchent immédiatement, dans le second cas, en arrière des foyers du four voisin, au moyen de registres convenablement disposés.

La marche de ce four est simple : supposons que le four n^o 3 soit en feu. Le four 1 est en refroidissement, et l'air échauffé traverse le four 2 pour venir déboucher dans l'autel des foyers du four 3, en se mêlant à leurs flammes, et brûlant certains gaz, tels que l'oxyde de carbone et les hydrogènes carbonés qui, autrement, ne seraient pas entrés en combustion. Les gaz sortent du four 3, traversent le four 4 en l'enfumant, et de là se rendent à la cheminée.

Les choses se passent ainsi dans tous les fours, excepté dans le premier, où l'on ne peut pas utiliser la chaleur perdue, et dans le dernier, où les gaz passent à la cheminée sans enfumer un nouveau four.

Les foyers sont alternativement d'un côté et de l'autre des fours, afin d'éviter la longueur des conduits ou carneaux, les gaz sortant à l'extrémité d'un four n'ayant ainsi que l'épaisseur du mur à traverser pour se trouver aux foyers du four suivant.

MM. Boulet n'ont pas fait breveter leur four et en ont abandonné l'idée au domaine public. Il convient parfaitement aux petites fabriques, car il est peu coûteux, produit moins que les fours continus, et se rapproche des avantages des fours continus, tout en conservant ceux des anciens fours intermittents.

Ils ont construit quelques-uns de leurs fours, un, entre autres, à la tuilerie mécanique de Ciney, appartenant à M. Capelle, bourgmestre de Ciney (Belgique). Il se compose de 4 fours accolés, d'après le dispo-

(1) Ducher et C^e, 51, rue des Écoles, Paris.

sitif indiqué ci-dessus. Ces 4 fours consomment 8.750 kilogr. de houille pour cuire 25.000 tuiles de 21 au mètre carré, mesurant $0^m,28 \times 0^m,21$, et pesant 1.600 kilogr. le mille, soit 350 kilogr. par millier de tuiles, ou 220 kilogr. par tonne de tuiles; de plus, on peut évaluer à 93 ou 96 %, le rendement en produits de premier choix.

M. Capelle, avant d'établir le four Boulet, se servait de fours ordinaires appelés *bombardes*, ainsi nommés parce que le feu se fait au centre d'une voûte ovale se raccordant avec la grande voûte du four. Ces fours brûlaient 1.850 kilogr. du même charbon pour cuire 3.500 tuiles du même modèle, soit 530 kilogr. par millier de tuiles ou 300 kilogr. par tonne de tuiles.

Il résulte de ces chiffres une économie de 33 %, sur les frais de cuisson en faveur des fours Boulet, ce qui équivaut à peu près à la suppression du petit feu ordinaire, remplacé dans ces fours par le grand feu du four précédent.

Toutefois, M. Capelle a conservé ses *bombardes* pour la cuisson des produits ardoisés (gris bleu) qui y réussissent mieux.

6. — FOURS CONTINUS AU GAZ

Considérations générales. — Nous avons examiné rapidement les différents systèmes de fours à *combustibles solides* employés à la cuisson des poteries de bâtiment; nous avons exposé leurs mérites et leurs défauts respectifs; nous avons dit que les fours franchement continus, Hoffmann ou Simon, réalisent, sur tous les autres types, une économie considérable de cuisson, tout en livrant des produits régulièrement cuits. Mais aussi, nous avons constaté que, pour les produits émaillés, ou ardoisés, ou qu'on veut cuire noirs ou bleus, les fours intermittents ont généralement conservé la préférence des fabricants.

En dehors de ces considérations, il est plusieurs reproches qu'on peut adresser, d'une manière générale, à tous les fours où l'on brûle des combustibles solides.

Tout d'abord, les cendres et le mâchefer, qui forment le résidu de la combustion, peuvent toujours détériorer les produits, surtout si la température est assez élevée pour amener la fusion des cendres.

Un autre inconvénient grave est l'impossibilité de modifier rapidement l'allure du feu, de le rendre oxydant ou réducteur, instantanément, à volonté, pour ainsi dire, et dans une région déterminée du four. Or, c'est là un point très important de la cuisson, surtout si l'on

vent obtenir des produits différents en plusieurs parties du four.

Enfin, l'introduction du combustible solide, nécessaire à l'entretien du feu, refroidit toujours brusquement la température du four, et expose les produits à des fendillements. De là l'impossibilité de faire régner dans le four une chaleur uniformément constante pour des produits d'une même espèce.

Tous ces inconvénients, plus ou moins graves, sont inséparables de l'emploi des combustibles solides, ils constituent une gêne constante, et parfois des difficultés qui se traduisent par des produits de qualités inférieures. En tous temps, on a signalé tous ces défauts, mais sans pouvoir y porter remède. Aujourd'hui le remède est trouvé : il réside dans la substitution du gaz aux combustibles solides.

Avec le gaz, il n'y a plus de mâchefer, plus de cendres. En ouvrant une valve, on porte le feu sur le point voulu du four; en l'ouvrant un peu plus, on élève un peu plus la température. En même temps, le règlement facile de l'air permet d'établir instantanément, dans une région quelconque du four, un feu réducteur ou oxydant. Comme on le voit, le simple emploi du gaz fait disparaître tous les inconvénients signalés plus haut, et permet enfin au céramiste de rester le maître absolu de son four et de son feu.

Mais on n'est pas arrivé tout d'un coup à réaliser ces derniers progrès. Comme toujours il a fallu tâter le terrain, étudier, faire des essais souvent très coûteux, quitter la voie suivie d'abord pour suivre une meilleure piste. A l'heure actuelle, les résultats acquis sont magnifiques, et cependant les techniciens cherchent toujours : perfectionner sans cesse, n'est-ce pas la loi de l'industrie?

Ebelmen d'abord, M. Salvétat ensuite, ont posé les principes et décrit les avantages de la cuisson des poteries par les gaz. On chercha bientôt à réaliser dans la pratique ces indications de la théorie. Les premières tentatives ont été dirigées, pour la cuisson de la porcelaine, par M. Renard, de Saint-Gond, près Étoges (Marne); elle furent suivies de succès, et depuis cette époque plusieurs brevets ont été pris.

Ce fut bien plus tard que l'on entreprit de cuire, à l'oxyde de carbone, les poteries plus communes du bâtiment. Après plusieurs essais infructueux, tentés à Creil, à Bâle, à Limoges et en Angleterre, M. Müller reprit la question, à Ivry-sur-Seine, vers 1869.

Il essaya d'abord d'un four vertical dans lequel on faisait descendre ou monter la tuile. — Il fit ensuite l'essai d'un four incliné, sans résultats favorables. Alors il imagina de faire passer la tuile, par des alvéoles, sur des pièces réfractaires, à travers un écran de gaz brûlant.

Une fois sortis de la zone de cuisson, les produits se refroidissaient en s'éloignant; mais, en même temps, les parois du four s'échauffaient, et, par conséquent, la tuile cessait de se refroidir. M. Müller reconnut alors qu'il aurait fallu donner au four des parois creuses, dans lesquelles il aurait fait circuler de l'air qui s'y serait échauffé, et qui serait arrivé chaud en présence du gaz.

Plus tard, il construisit un four composé d'une grande galerie horizontale, dans laquelle se mouvait un écran de gaz brûlant. La vitesse de cet écran varie suivant la nature des produits à cuire. Cette galerie, environnée d'un massif de maçonnerie, est divisée en 14 compartiments distincts par une série de murs mitoyens, dans lesquels sont ménagées plusieurs ouvertures. Le gaz oxyde de carbone, produit par un gazogène établi à l'extrémité du four, arrive dans la galerie à une température de 5 à 600 degrés, et se trouve immédiatement en contact avec l'air qui s'est chauffé dans le compartiment voisin en refroidissement. Le mélange de l'air et du gaz se fait au milieu des produits à cuire, et il est complet. Chaque chambre est percée d'une dizaine d'ouvreaux par lesquels on peut examiner l'allure du feu. La cuisson se fait très rapidement dans ce four, et ne demande guère que 14 ou 15 heures, au lieu de 24 heures nécessaires avec les anciens fours; il y a donc économie de temps.

De plus, comme il faut, pour refroidir les produits, plus d'air qu'il n'est nécessaire pour brûler le gaz, on se sert de l'air en excès pour faire un séchage préalable et complet des produits qu'on vient d'enfourner. Enfin, ce four n'a pas besoin d'ouvriers expérimentés; le contremaitre règle lui-même les quantités d'air à introduire, et le service du gazogène peut être fait par un manoeuvre.

M. Müller réalisait avec ce four une économie de 12 à 15 % sur les frais de cuisson des anciens fours, mais il reconnaissait, dès lors, qu'il augmenterait beaucoup cette économie, en supprimant les murs de refend qui séparent les compartiments, et en établissant une galerie continue.

Four continu à gaz Müller et Fichet (pl. 9). — C'est en 1876 que MM. Müller et Fichet ont réalisé cette idée en construisant à Herbergement (Vendée), dans la tuilerie de M. Savin, un four au gaz dont nous donnons les dessins.

Il se compose de deux galeries parallèles, à plein cintre, séparées par un mur plein, de 1^m,20 d'épaisseur, et communiquant entre elles, aux deux extrémités, par un étroit conduit. Chaque galerie mesure

dans œuvre 30 mètres de longueur et 1^m,80 de largeur seulement, avec une hauteur de 1^m,80 de la sole à la clef. La section de chaque galerie présente une surface vide de 2^m,89. Les parois intérieures sont en briques réfractaires, et séparées, par du sable, du carrelage supérieur et des murs extérieurs en maçonnerie ordinaire.

Seize portes d'enfournement et de défournement sont pratiquées dans les murs extérieurs, et partagent le four en 16 compartiments de 4 mètres de longueur et cubant ensemble 175 mètres cubes, ce qui donne à chacun d'eux une contenance moyenne de 11 mètres cubes.

Un gazogène, où l'on brûle du charbon gras anglais, envoie son gaz dans deux petites galeries latérales extérieures au four, et établies au-dessous du niveau de la sole. Des conduits horizontaux prennent le gaz dans ces galeries, et le distribuent dans une série de petites tranchées, ouvertes sous la sole, transversalement au four; elles ont toutes pour longueur la largeur de la galerie, et sont recouvertes de briques réfractaires à claire-voie, permettant au gaz de se répandre au-dessus de la sole par une infinité de petites ouvertures.

Ces tranchées sont espacées de 0^m,98 d'axe en axe, et sont au nombre de quatre par compartiment. C'est dans ces intervalles de 0^m,98 qu'on enfourne les produits à cuire, par piles verticales, de la sole à la voûte. Le gaz, brûlant dans les compartiments en feu, forme, au-dessus de toutes les tranchées, autant d'écrans de flamme qui enveloppent chaque pile de produits.

Les gaz de la combustion, azote, acide carbonique, vapeur d'eau, etc., sont conduits par des carneaux dans une petite galerie souterraine, établie suivant l'axe longitudinal du four, qui les expédie vers la cheminée d'appel. Chaque compartiment possède un de ces carneaux de tirage. Une série de cloches-soupapes permettent d'ouvrir et de fermer à volonté tous ces carneaux de gaz et de tirage. Enfin, d'autres ouvertures, traversant la voûte, conduisent une partie de l'air chaud dans les salles de séchage établies au-dessus du four.

Un registre mobile intercepte la galerie, entre le compartiment qu'on défourne et le dernier de ceux qui sont en refroidissement, et imprime au four la marche ordinaire des fours continus. Lorsqu'il est en plein fonctionnement, toutes les portes et tous les carneaux de tirage sont fermés, moins les portes des chambres en défournement et en enfournement, et moins le carneau du compartiment qui précède le registre. Il y a généralement deux compartiments en grand feu; les valves ne permettent l'accès du gaz que dans les tranchées de ces deux chambres. L'air extérieur, après s'être introduit dans le four par les

deux portes ouvertes, traverse, en s'échauffant, les produits déjà cuits, et arrive chaud en présence de l'oxyde de carbone qui brûle avec une longue flamme; puis il continue sa route à travers les produits des compartiments suivants, les échauffe, et gagne le carneau de tirage de la dernière chambre pour se rendre à la cheminée d'appel.

M. Savin, qui emploie ce four depuis 1876, en est très content, il a généralement deux compartiments en grand feu. La cuisson d'une fournée complète, ou des 16 compartiments, demande de 10 à 15 jours, suivant la nature réfractaire ou non des matériaux à cuire, et ne brûle que 10.000 kilogr. de charbon anglais, soit 57 kilogr. par mètre cube de produits enfournés. C'est plus qu'avec les fours continus au combustible solide, mais c'est 50 % de moins qu'avec les anciens fours intermittents.

Four continu au gaz de Schwandorf (pl. 10 et 11). — Pendant que cette question des fours au gaz était étudiée en France, et donnait lieu à quelques applications suivies de succès, l'Allemagne ne restait pas inactive et lui donnait une vive impulsion. La société anonyme de Schwandorf, surtout, étudiait le problème sous toutes ses faces. L'usine de Schwandorf, en Bavière, située sur la ligne de Ratisbonne à Bayreuth, fabrique de la poterie et, accessoirement, une grande quantité de tuiles à recouvrement, pour utiliser les terres de rebut qui ne peuvent servir à la fabrication des poteries.

M. Bourry, dans plusieurs communications très intéressantes qu'il a faites à l'*Union céramique et chauxfournière de France*, donne des détails complets sur les essais tentés à Schwandorf, et sur les résultats obtenus. Nous ne pouvons mieux faire que de résumer ces communications.

C'est en 1875 que le directeur, M. Eschérich, et les ingénieurs de Schwandorf, établirent leur premier four annulaire au gaz. On y brûlait le gaz par des ouvertures pratiquées dans la sole du four. Une galerie souterraine le conduisait autour du four. Sur cette galerie se branchait un carneau transversal par compartiment, qui entraînait dans le four et qui était muni d'une cloche-soupape. Puis, sous la sole du four, et dans toute sa longueur, on avait disposé plusieurs petits carneaux parallèles, recouverts par des briques réfractaires qui laissaient entre elles de petits vides par lesquels le gaz s'échappait. En ouvrant la soupape, on faisait pénétrer le gaz dans le four par le carneau transversal, les conduits longitudinaux, et les petites fentes de la sole.

On comptait, dans chaque compartiment de 4 mètres de longueur

sur 2^m,50 de largeur, 250 becs de gaz de 0^m,23 de long et de quelques millimètres de large, également répartis sur toute la sole du four, à raison de 25 becs, en flammes de gaz, par mètre superficiel.

Le mélange de l'air et du gaz ne se faisait que dans le four même, et l'effet tout naturel était qu'à l'arrière du feu, où l'air, chauffé à une haute température, venait en contact avec le gaz, la combustion était extrêmement rapide.

Par contre, à l'avant du feu, elle devenait toujours plus lente; les flammes n'avaient à l'arrière que quelques centimètres de longueur, tandis qu'en avant, elles atteignaient 4, 8, et même 12 mètres de longueur; et, plus on diminuait l'excès d'air, plus les flammes devenaient longues. Il n'y avait pas, néanmoins, une grande différence de température entre les flammes de l'arrière et celles de l'avant du compartiment en feu. De plus, on pouvait obtenir une température assez égale dans la hauteur du four, en la réglant au moyen d'un tirage plus fort, afin de maintenir la flamme dans le bas, ou d'un tirage faible, afin de l'avoir dans le haut.

Cependant, pour obtenir une cuisson assez uniforme dans toute la hauteur du four, il fallut, pour un temps déterminé, maintenir la force du tirage de 1,5 à 2,0 millimètres de colonne d'eau.

Par contre, on remarquait toujours des irrégularités dans la distribution du gaz suivant la largeur du four; il y en avait en excès, tantôt du côté extérieur, et tantôt du côté intérieur; mais on ne possédait pas le moyen d'y remédier, et d'obtenir une flamme égale dans toute la largeur du four. On avait reconnu seulement qu'en diminuant le nombre des becs de gaz par compartiment, on aggravait encore cette irrégularité de température.

En résumé, ce four offrait les inconvénients suivants, communs, du reste, à tous ceux dans lesquels le gaz est introduit uniquement par la sole :

1^o On n'était pas maître de la conduite du feu dans le sens de la largeur du four;

2^o Près de la sole du four, règne toujours une atmosphère fortement réductrice, et, sous la voûte, une atmosphère oxydante; d'où résultaient des produits de nuances très irrégulières;

3^o On ne pouvait ni forcer, ni retenir la marche du four, sans influencer très sensiblement la répartition régulière de la chaleur.

Ces inconvénients ont décidé les ingénieurs de Schwandorf à abandonner ce système de four, et à en chercher un autre. Après avoir encore construit cinq autres systèmes différents, ils sont arrivés à trouver un

four qui réussit parfaitement, et dont nous avons donné les dessins dans les planches 10 et 11.

Ce four continu a la forme oblongue ordinaire des fours Hoffmann, ou la forme rectangulaire, c'est-à-dire celle de deux galeries parallèles réunies par des conduits à leurs extrémités; c'est celle qui donne aux conduits de gaz la direction la plus simple, c'est-à-dire la direction rectiligne.

Les deux galeries de cuisson AA sont réunies à leurs extrémités par deux conduits aa', au lieu d'un seulement, comme on fait d'habitude. L'un d'eux, *a*, fait communiquer les parties intérieures des galeries, tandis que l'autre, *a'*, relie leurs parties extérieures. Chacun d'eux est d'ailleurs réglé par un registre réfractaire. Cette disposition très simple, mais très ingénieuse et brevetée, permet de rendre le tirage uniforme dans toute la section jusqu'à l'extrémité et, par conséquent, de cuire parfaitement tous les produits situés dans l'angle extérieur du bout de la galerie, chose qu'on n'avait jamais pu obtenir en employant un seul conduit, le tirage suivant naturellement le chemin le plus court.

Le mode de construction du four au gaz de Schwandorf est le même que celui du four continu d'Hoffmann que nous avons décrit précédemment. Tous les murs sont doubles, et l'espace intermédiaire est rempli de sable, corps isolant par excellence. Toutes les parties du four sont construites de manière à permettre à la dilatation de se produire librement, sans le secours d'armatures en fer ou en bois. Grâce à cette liberté de mouvement, ce four peut conserver indéfiniment la même forme, sans autres réparations que celles qui proviennent de l'usure des murs de la galerie de cuisson.

Les gazogènes se placent de préférence à l'une des extrémités du four; la cheminée s'élève entre eux et le four, ainsi que les dessins l'indiquent.

Les générateurs G, au nombre d'un, deux ou trois, suivant l'importance du four, sont munis de tous les engins destinés à régulariser leur marche et à purifier le gaz produit. Une trémie T à double papillon, placée à la surface du sol, permet de charger le combustible sans laisser échapper le moindre atome de gaz. Le chauffeur peut, en descendant dans la chambre H, ringarder le feu, s'il y a lieu, et régler exactement, au moyen d'un registre, le volume d'air qui entre.

A la sortie des gazogènes, le gaz se rend dans un conduit annulaire B, faisant le tour du four, et qui sert, en même temps, à faire évacuer vers la cheminée d'appel les gaz de la combustion. Pour que ces deux ser-

vices puissent se faire simultanément, on a installé en *m* un papillon de changement de direction, semblable à ceux qui sont employés dans les générateurs Siemens. Cet appareil, dans l'une de ses deux positions, fait communiquer les gazogènes avec la partie du conduit B située à droite, tandis que la cheminée communique avec celle de gauche. Dans la seconde position, au contraire, les gazogènes communiquent avec la partie de gauche, et la cheminée avec celle de droite. En outre, en trois points différents, le conduit B peut être complètement fermé par des cloches R, de sorte que le gaz ne peut jamais s'échapper directement par la cheminée. Enfin se trouvent en SS des récipients, dans lesquels vient se déposer le goudron qui se condense par suite du refroidissement, et qu'on peut enlever sans entraver la marche.

Le gaz pénètre dans l'intérieur du four par une série de petits carneaux, *b*, dont on peut régler l'ouverture, ou la fermer complètement au moyen des cloches *ccc*. Chacun de ces carneaux, après avoir cheminé sous la sole, aboutit à un tube vertical *d*, en terre cuite, qui est perforé latéralement d'une série de trous, par où le gaz s'échappe et brûle dans l'intérieur du four, sous la forme de longues flammes. Ces tubes sont disposés par rangées. Dans l'espace existant entre eux, suivant le sens transversal, il n'y a jamais de produits enfournés, car c'est dans ce vide que la combustion doit complètement s'opérer. Quant aux produits à cuire, c'est dans les intervalles transversaux, qui séparent les rangées, qu'ils sont empilés; de la sorte, ils ne sont jamais atteints par la flamme; ils ne se trouvent en contact qu'avec l'acide carbonique, et jamais avec des gaz réducteurs (protocarbure d'hydrogène et oxyde de carbone), ce qui est de la plus haute importance pour les tuiles et pour les briques de parements, car on évite ainsi les mauvaises colorations, dues aux gaz réducteurs de ces dardes de flamme.

Il résulte de là que la combustion s'opère sur toute la hauteur du four, et donne une température rigoureusement égale dans toute la section, tandis que, par suite de la direction et de l'entrecroisement des flammes, l'air les enveloppe de toutes parts, sans pouvoir passer entre elles, et, en se mélangeant avec elles, donne naissance à des gaz de la combustion, qui ont partout la même composition. Des regards, ménagés dans la voûte, permettent d'ailleurs de suivre, en chaque point, les progrès de la cuisson, et de la régler au moyen de cloches.

Lorsque le feu arrive à l'extrémité de la galerie située près de la

cheminée, on voit qu'il faut tourner le papillon M, pour envoyer le gaz dans l'autre galerie. Mais comme on ne peut faire avancer le feu de plus d'un rang de tube à la fois, il arrive que, pendant un certain temps, la combustion ne s'effectue que par un rang, puis par deux, par trois, etc., tandis qu'il devrait toujours y en avoir de cinq à six en feu.

Pour parer à cet inconvénient, on a fait un conduit supplémentaire D, dit *conduit de passage*, qui sert spécialement à alimenter de gaz les trois premiers rangs de tubes de chaque galerie. Ce conduit est mis en communication, d'une part, avec les générateurs au moyen d'une cloche N, et de l'autre, avec la cheminée par une seconde cloche P. Cette dernière sert à faire sortir, au besoin, les produits de la combustion par le conduit D.

La marche du four est identique avec celle du four Hoffmann. L'air, appelé par le tirage de la cheminée, entre par les portes des compartiments en enfournement et en défournement, traverse les produits cuits et arrive, très chaud, au contact des tuyaux verticaux par lesquels on laisse s'échapper le gaz. Celui-ci brûle, sous la forme de flammes très brillantes et très nettes, à l'arrière du feu, où l'air est en excès; un peu ternes et brouillées, mais plus longues, à l'avant où la plus grande partie de l'oxygène de l'air a été déjà consumée. Les gaz de la combustion, continuant leur chemin, traversent les produits à cuire par les tuyaux verticaux, et par les carneaux du dernier compartiment dont on a ouvert les cloches, et entrent dans le grand conduit annulaire pour se rendre à la cheminée.

Ce fonctionnement est le même, on le voit, que celui du four Hoffmann; mais où réside l'incontestable supériorité du four continu au gaz, c'est dans la possibilité de faire varier presque instantanément, et en chaque point, l'intensité de la flamme, et de modifier à volonté l'allure générale du feu, car il ne faut pas plus de dix minutes pour passer d'un feu réducteur à un feu oxydant.

Le volume de gaz qui entre dans chacun des tubes perforés peut être rigoureusement réglé : on peut éteindre un ou plusieurs tubes, en laissant allumés les autres du même rang; on peut même, en pleine marche, y laisser pénétrer de l'air froid à la place du gaz, ce qui peut avoir son utilité pour refroidir certaines parties du four plus rapidement qu'avec la marche ordinaire.

D'un autre côté, dans chaque tube, on peut modifier le nombre et l'écartement des flammes, suivant la température qu'on veut obtenir, et les produits qu'on doit cuire.

Ainsi, dans chaque point du four, au moyen d'une seule manœuvre de cloche, on peut obtenir une température plus basse ou plus élevée que celle des points avoisinants, et par conséquent avoir, à plus forte raison, une température uniforme dans tout le four.

L'allure des fours continus à combustibles solides est toujours oxydante, parce qu'il faut un excès d'air pour brûler ce combustible et par conséquent un excès d'oxygène. Il en sera ordinairement de même pour le four au gaz; c'est d'ailleurs le mode de cuisson qui convient au plus grand nombre de produits. Mais, si cela devient nécessaire, on peut parfaitement diminuer de plus en plus la quantité d'air qui entre par rapport à celle du gaz, c'est-à-dire obtenir une allure franchement réductrice. Ce changement peut se faire en quelques minutes, à un moment quelconque de la cuisson.

On pourrait objecter que le gaz qui, dans l'allure réductrice, se trouve en excès, va s'échapper par la cheminée et constituer une perte de combustible : il n'en est rien. Car, à l'endroit de la galerie de cuisson où se trouvent les produits nouvellement enfournés, on peut parfaitement laisser entrer, par les tuyaux perforés, un peu d'air qui brûle l'excès de gaz, en formant une espèce de feu d'enfumage. En ce point, les gaz peuvent être oxydants sans le moindre inconvénient, car c'est toujours au milieu d'un excès d'air que sont enfumées, sans exception, toutes les terres cuites.

Le carneau d'enfumage, adopté par Hoffmann pour ses fours continus, peut s'appliquer au four au gaz; mais ici, la construction en devient extrêmement simple, en raison de sa forme. Il se compose d'un conduit E, placé longitudinalement entre les deux galeries de cuisson. L'air chaud du compartiment en défournement sort par les regards de la voûte, et pénètre, par un tuyau mobile, dans le carneau d'enfumage; un second tuyau, semblable au premier, le conduit de là dans le compartiment à enfumer, d'où cet air, après avoir séché et chauffé les produits, s'échappe par la cheminée. Des papillons permettent de régler exactement le volume d'air qui passe, et, par conséquent, de fixer à volonté la température de l'enfumage.

Quelles dimensions doit-on donner au four de Schwandorf? Comme tous les fours continus, il peut être construit pour toutes les productions, depuis les plus fortes jusqu'aux plus faibles, sans cependant descendre au-dessous d'une production annuelle d'un million de briques. Industriellement, à tous les points de vue, les grands fours sont naturellement plus économiques que les petits; cependant cette différence est moins sensible avec le chauffage au gaz, qui se prête mieux

que le combustible solide à l'emploi de fours continus plus petits ou plus bas, comme en exigent certains produits.

La construction d'un four au gaz ne coûte pas sensiblement plus cher qu'un four ordinaire Hoffmann, malgré les gazogènes et les conduits de gaz; car il n'a besoin ni de canal de fumée, ni de carreaux de tirage, puisque le conduit de gaz sert en même temps, mais alternativement, de carneau de tirage et de carneau de fumée. La suppression du canal de fumée permet ainsi de donner moins de largeur au four, et de réaliser, sur les maçonneries et sur la surface des couvertures, une économie qui compense, en grande partie, les frais de construction du gazogène et ceux des conduits de gaz et de leurs branchements.

Ajoutons que le chauffage au gaz peut s'appliquer facilement à tous les fours continus Hoffmann; il suffit, pour cela, de construire des gazogènes et le conduit de gaz annulaire. Les carreaux qui sont sous la sole pénètrent tous alors au-dessous des portes, de manière à ce qu'on n'ait pas à toucher aux murs extérieurs.

Le four de Schwandorf peut s'appliquer à la cuisson de tous les produits céramiques, sans exception. Si, dans certains cas, on peut lui préférer, pour la cuisson des briques ordinaires, les fours continus chauffés avec un combustible solide, en revanche, il offre des avantages évidents pour tous les produits les plus délicats, tels que les briques de parement ou grésées, les tuiles, les carreaux, les produits réfractaires, les cornues, les poteries d'art. Il peut même s'appliquer parfaitement à la cuisson de la faïence et de la porcelaine; car il peut fournir une température très élevée, plus élevée que les fours continus aux combustibles solides.

Enfin ce four convient parfaitement aussi pour la cuisson de la chaux, du ciment, du plâtre; car les résidus du combustible ne s'y mélangent pas avec les matériaux à cuire, et l'uniformité de température donne des produits également cuits et de premier choix.

Résumons en quelques lignes les avantages du four de Schwandorf.

- 1° Très faible dépense en combustible : l'économie réalisée sur les anciens fours intermittents dépasse 60 %.

- 2° Cuisson régulière et uniforme dans toutes les parties du four, donnant à peu près exclusivement des produits de premier choix, et pouvant s'opérer à toutes les températures, depuis les plus faibles jusqu'à celles qui correspondent à la cuisson de la porcelaine et du ciment de Portland : on obtient même une température élevée plus facilement avec le gaz qu'avec les combustibles solides.

3° La chaleur est uniforme et rigoureusement la même dans toute la section de la galerie.

4° Tous les produits de la combustion sont gazeux; dès lors, il n'y a ni cendres, ni mâchefer, qui puissent tacher les produits.

5° L'atmosphère, ayant une composition identique dans toute la galerie, et pouvant être oxydante ou réductrice à volonté, on peut toujours donner aux produits la nuance qu'on désire.

6° Les produits ne sont jamais atteints par les flammes; il n'y a donc à craindre aucun coup de feu.

7° Le combustible-gaz entrant d'une manière continue, et toutes les parties du four étant hermétiquement closes, il n'y a pas de rentrée d'air froid qui puisse fendiller les produits.

8° Une même espèce de produits, des tuiles, par exemple, peut être enfournée dans toute la section de la galerie, sans qu'on soit obligé d'y mélanger une seule brique.

9° Le gaz et l'air se mélangent intimement, car tous deux sont gazeux et donnent une combustion aussi complète que possible.

10° Il n'y a jamais d'engorgement des conduits, grâce au système perfectionné des gazogènes, et le goudron qui se dépose est facilement enlevé sans entraver la marche.

11° L'enfumage et le refroidissement sont graduels, et peuvent être accélérés ou retardés à volonté, permettant, par conséquent, de cuire sans déchets les produits délicats et susceptibles de se fendiller.

12° On peut brûler, pour produire le gaz, tous les genres de combustibles; les plus grossiers et les moins coûteux donnent souvent un gaz excellent.

13° Les dangers d'explosion du gaz ne sont, pour ainsi dire, pas à craindre, car le gaz des gazogènes contient, ainsi que nous l'avons vu, plus des deux tiers de gaz incombustibles et inertes; aussi sa puissance explosive est-elle cinq fois plus faible que celle du gaz de l'éclairage.

Le four de Schwandorf a déjà reçu en Allemagne des applications assez nombreuses.

Le premier four que la société de Schwandorf ait construit se trouve à Kolbelmoor, près de Munich; sa galerie mesure 63 mètres de long sur 3 mètres de large et 2 mètres de haut; sa contenance totale est de 378 mètres cubes; de 1^m,60 à 1^m,60, il y a 4 tubes verticaux perforés de petits trous sur deux côtés, ce qui fournit, dans la largeur du four, 8 rangées de flammes, composées chacune de 150 flammes. En chauffant, comme à l'ordinaire, 6 rangées seulement, on trouve en tout 900 flammes plus ou moins longues, et séparément réglables. On cuit

surtout de la tuile à recouvrement dans ce four; le déchet est à peu près nul; le feu avance de 6 à 7 mètres par jour, et la fournée entière exige 10 jours.

Le combustible exclusivement employé, pour produire le gaz de ce four, est la tourbe; on en consomme 135 mètres cubes, ou 29.700 kilogr. par fournée; soit par jour 2.900 à 3.200 kilogr. ou encore 80 kilogr. par mètre cube d'enfournement; la chaleur développée est de 1.000 degrés centigrades.

La composition du gaz résultant de la combustion a été soigneusement analysée à plusieurs reprises; la moyenne des résultats est la suivante :

Oxygène	15	} 100
Acide carbonique	3	
Oxyde de carbone	0	
Azote	80	

On obtient, par conséquent ici, les 1.000 degrés exigés malgré un triple excédent d'air, et on peut parfaitement en conclure qu'en diminuant cet excès d'air, qui abaisse considérablement la température du four, on arriverait facilement à une température élevée qui suffirait à la cuisson de la porcelaine (1.600 degrés).

Un autre four de Schwandorf, construit dans la tuilerie de M. Eckart, à Bogenhausen, compte 16 compartiments de 18^m,03 de contenance chacun, et cube, par conséquent, 288 mètres cubes: on n'y cuit que des produits grésés.

Dans l'une des briqueteries de M. Hoffmann, située à Siegersdorf, en Silésie, on a construit un four au gaz de Schwandorf, destiné à cuire des briques de parement et des objets ornements pour bâtiment.

M. Promoli, à Sollen, qui ne fabrique que des carreaux grésés pour trottoirs, a fait transformer un four Buhrer, qui ne lui donnait pas de bons résultats, en un four au gaz de Schwandorf, dont il est très satisfait. Il a de petites dimensions: 4^m,60 de largeur, 2^m,50 de hauteur, et on ne cuit pas plus d'un compartiment par jour.

Ces premières applications du four de Schwandorf étaient plutôt, pour les céramistes et les ingénieurs qui les construisaient, des sujets d'études que des engins définitifs. Il n'en pouvait être autrement; car on connaissait peu ce nouveau combustible, dont les allures et l'action sur les argiles étaient si différents de celles des autres combustibles. Aussi, tout d'abord, on avait exagéré, par excès de précaution,

les différents détails de la construction de ces fours. Mais, bientôt, l'usage de ces fours, l'observation constante de leur allure, l'expérience, enfin, vint indiquer clairement aux ingénieurs quelles modifications, quels perfectionnements ils devaient apporter à ces premières tentatives.

Or, ces perfectionnements ne se trouvèrent être que des simplifications. N'est-ce pas l'ordinaire condition de toute invention nouvelle ? On en complique toujours les premières applications ; puis, l'expérience aidant, on est conduit, presque toujours, à les simplifier, en en retranchant une foule de détails parasites dont on les avait surchargées.

Aujourd'hui, les derniers obstacles des fours au gaz sont vaincus, et l'on peut dire que les nouveaux fours sont d'une construction aussi simple que les fours continus du système Hoffmann, et même, que leur prix de revient est devenu sensiblement le même, si l'on tient compte de la rapidité plus grande de cuisson. D'un autre côté, le fonctionnement et la direction de ces fours sont devenus beaucoup plus simples et faciles que ceux des fours à combustibles solides.

M. E. Bourry, qui connaît à fond cette question des fours au gaz, a exposé, dans le *Journal du céramiste et du chaudiériste*, les remarquables progrès qu'on a réalisés dans ces derniers temps, et que nous allons brièvement résumer.

Les nouveaux fours reçoivent une forme rectangulaire, et possèdent deux galeries longitudinales communiquant entre elles, à leurs extrémités, par deux conduits. Ces galeries sont percées, sur le mur extérieur, de plusieurs portes d'enfournement et de défournement, qui sont murées pendant la cuisson. Le conduit longitudinal de fumée se trouve placé entre ces deux galeries ; il communique avec la cheminée par une de ses extrémités, et avec les galeries de cuisson, par des conduits de tirage.

Jusqu'ici, comme on le voit, c'est absolument la description d'un four ordinaire à feu continu. Mais ici commence la différence. En effet, les puits de chauffage des fours continus sont remplacés ici par les tuyaux perforés, ou *chandelles*, en terre réfractaire, dont nous avons parlé précédemment, et qui projettent, à droite et à gauche, des flammes qui restent dans un plan vertical perpendiculaire à la longueur du four.

Au-dessus du conduit longitudinal de fumée se trouve un autre conduit qui amène ainsi le gaz du gazogène à un niveau supérieur aux deux galeries de cuisson.

Le conduit de gaz est perforé, de distance en distance, de tubulures

placées en face de tubulures plus petites, lesquelles communiquent avec un conduit vertical qui descend, dans la maçonnerie, jusqu'à la sole du four, où il se recourbe horizontalement pour aboutir à la base d'une chandelle.

Toutes les tubulures dont nous venons de parler sont recouvertes de couvercles, et par conséquent, complètement isolées, de sorte qu'on peut, à volonté, faire pénétrer le gaz dans un rang quelconque de chandelles, et même régler la quantité de gaz à introduire. On arrête de même l'introduction du gaz en fermant les couvercles, et alors on peut les débarrasser aisément du goudron qui pourrait les souiller.

Les rangs de chandelles sont ainsi disposés absolument comme les puits de chauffage dans les fours continus ordinaires, et la conduite du feu est entièrement la même. Il y a naturellement plusieurs rangs de chandelles en feu, plus ou moins, suivant la nature des produits et le degré de chaleur nécessaire. Ordinairement, ce nombre varie de 2 à 6. On n'allume un nouveau rang que lorsque les produits environnants sont déjà suffisamment rouges pour que le gaz s'enflamme immédiatement, ce que l'on reconnaît aisément au moyen des regards ouverts au sommet des galeries.

Chaque galerie de cuisson est divisée en un certain nombre de compartiments, ayant chacun une porte et un arceau, avec des trous de chatne destinés à recevoir le registre mobile, en *tôle* ou en *papier*, qui obstrue la galerie.

L'enfournement et le défournement se font de la même manière que dans les autres fours continus, seulement on a soin d'appuyer contre les chandelles les produits à cuire, et de laisser un vide entre celles-ci, pour que la flamme du gaz puisse se développer. Dans le cas où l'on ne veut cuire absolument que de la tuile, on l'enfourne par tranches dans toute la section. L'écartement des rangs de chandelles est alors calculé de manière à ce qu'on puisse placer, entre eux, trois rangs de grandes tuiles à emboîtement. Il n'y a pas à craindre de renversement, car les chandelles maintiennent les produits.

Pour faciliter le défournement, on enlève les chandelles qui sont, à cet effet, composées de plusieurs morceaux plus faciles à manier. Il suffit ensuite, pour les reposer, d'empiler ces morceaux les uns contre les autres, en les lutant légèrement.

Ces fours nouveaux peuvent être exécutés suivant trois types, différents de grandeur et de production.

Le 1^{er} type a deux chandelles par travée, produit par jour de 3 à 4.000 tuiles de 13 au mètre, et coûte environ 15.000 francs.

Le 2^e type a trois chandelles, produit 6 à 7.000 tuiles, et revient à 25.000 francs.

Le 3^e type a quatre chandelles, produit 14 à 15.000 tuiles, et coûte 35.000 francs.

Pour une construction plus grande, on a intérêt à construire deux fours; car les transports des produits verts ou cuits deviennent bien plus onéreux, par suite des plus grandes distances à parcourir. Pour une production plus faible, il faut renoncer à l'emploi des fours continus, et adopter le système des fours semi-continus, mais en leur appliquant la cuisson au gaz.

La première application de ce nouveau système de four à gaz a été faite en France, en 1881, par M. Gastellier, le président de l'*Union céramique et chaufournière de France*, à son usine de Fresne, près Claye (Seine-et-Marne). Il a été satisfait des résultats obtenus. Il emploie de préférence, dans ses gazogènes, des charbons gras qui donnent un gaz très calorifique, à cause des carbures d'hydrogène qu'il contient. Il a constaté qu'il est avantageux de sécher la houille avant de la charger dans le gazogène, car la proportion de gaz calorifique est plus grande avec une houille sèche qu'avec une houille humide.

Il est cependant une petite difficulté que M. Gastellier a éprouvée dans le fonctionnement de son four, c'est l'obstruction, après 12 à 20 jours de marche, du conduit qui amène le gaz des gazogènes au four.

Cette obstruction, qui est due à la nature du charbon, provient du goudron qui se condense sur les parois, se boursoufle et finit par obstruer le conduit.

M. Gastellier a remédié à cet inconvénient en disposant dans le conduit, près des gazogènes, une rentrée d'air. Après avoir intercepté la communication avec les gazogènes, on laisse pénétrer l'air; le courant commence par dessécher le goudron qui s'enflamme au bout de peu de temps. Sa combustion dure de 2 à 3 heures, pendant lesquelles la marche du four est forcément suspendue : cette opération ne présente aucun danger.

On éviterait cet inconvénient en épurant le gaz; mais l'épuration du gaz entraînerait une perte de calorique et des dispositions coûteuses qui seraient certainement plus onéreuses qu'un arrêt momentané de la cuisson, permettant, soit de ramoner le conduit, soit de brûler le goudron.

Au point de vue de la consommation de combustible, M. Gastellier a constaté que, durant la première année, la cuisson au gaz lui a coûté de 15 à 18 pour cent plus cher que celle à la houille; mais, l'an-

née suivante, cette différence s'est réduite à 5 pour cent, et il pense qu'elle finira par disparaître. — Pour les hautes températures, la consommation est devenue la même. Ces différences ne tenaient, dans son opinion, qu'au manque d'expérience de ce système de four.

M. Olivier, fabricant céramiste à Couéron (Loire-Inférieure), emploie, depuis deux ans, un four continu au gaz, établi sur les plans de la Société de Schwandorf, et ayant une capacité de 30 mètres cubes par compartiment. Il brûle, dans ses gazogènes, du charbon de Sunderland de bonne qualité. La consommation est de 2.000 kil. pour 30 mètres cubes d'enfournement, soit 67 kil. par mètre cube.

Les produits sont principalement des briques réfractaires, et souvent des blocs de grandes dimensions, cuisant à une haute température. L'avancement du feu peut être très rapide, si on le désire, et atteindre 8 mètres en 24 heures. La cuisson des blocs réfractaires demande, toutefois, un peu plus de temps.

M. Olivier a éprouvé, au commencement, les mêmes difficultés d'obstruction que M. Gastellier; mais il est arrivé à y remédier, et à rendre le nettoyage des conduits très facile, sans interrompre la marche du four. En somme, il est entièrement satisfait de ce système de four à gaz.

En France, c'est M. Bourry, 80, rue Taitbout, à Paris qui représente la Société de Schwandorf, pour la construction de ces fours.

Four continu au gaz ou au combustible solide, de M. Marle (Pl. 12). — Nous disions précédemment, à propos des fours continus au combustible solide, que M. Marle avait cherché surtout à combiner un four qui réunit, à la fois, les avantages des fours continus et ceux des fours intermittents, et qui réalisât, néanmoins, une forte économie de cuisson. Il a obtenu ce résultat en brûlant le combustible sur des grilles, non plus avec de l'air froid, mais avec l'air chaud qui a traversé les produits déjà cuits et en refroidissement.

Le four qu'il a construit, en 1879, dans sa tuilerie de Saint-Vallier, près Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire), a été étudié avec un soin tout particulier, et présente les dispositions les plus ingénieuses. On peut y brûler, indifféremment, et à quelque moment que ce soit, de la houille ou du gaz.

Il se compose de deux galeries de cuisson voûtées et parallèles, communiquant entre elles par leurs deux extrémités : elles ont 1^m,80 de largeur et 2 mètres de hauteur.

Il est partagé en 12 compartiments par 12 cloisons qui les laissent

en communication, mais qui permettent cependant d'intercepter à volonté cette communication, au moyen d'un seul registre horizontal, dont la manœuvre est très facile, en tous temps, et par toutes les températures.

L'enfournement a lieu par le dessus ou par des portes latérales ; il se fait, dans chaque compartiment, par séries de piles transversales, dont chacune a 0^m,43 de largeur (longueur des tuiles de 13 au mètre carré), et occupe toute la largeur et toute la hauteur de la galerie. Entre toutes ces piles, règne une tranche vide de 0^m,12 de largeur seulement, dans laquelle brûle le combustible, qui peut être à volonté de la houille ou du gaz.

A cet effet, le carrelage de la sole est interrompu dans l'intervalle des piles de produits, et laisse une petite tranchée de 0^m,12 de largeur et de 0^m,40 ou 0^m,43 de profondeur.

Quand on veut cuire au gaz, c'est dans cette tranchée qu'on fait arriver, d'un côté le gaz, et de l'autre côté l'air chaud, par une infinité de petits trous, et qu'ils peuvent ainsi se mélanger intimement pour brûler ensuite en une lame de flamme sur toute la hauteur du four.

Si, au contraire, on veut marcher à la houille, on pose des grilles sur ces tranchées, et on y charge le combustible par des trous ménagés dans la voûte, au-dessus des vides. La combustion est entretenue par l'air chaud, que nous avons vu déboucher dans la tranchée par un grand nombre de trous.

Entre les deux galeries de cuisson se trouvent trois canaux superposés *b*, *c*, *d*.

Le canal inférieur *b* sert à l'évacuation des fumées et communique, d'une part, avec la cheminée d'appel, de l'autre, avec les compartiments, au moyen des orifices et valves *k*.

Le canal intermédiaire *c* communique à volonté, au moyen de conduits et de valves, avec le haut ou le bas des compartiments. Par les orifices *n*, il peut aspirer l'air chaud à la partie supérieure des compartiments déjà cuits et en refroidissement. Par les orifices *l* et les conduits descendants *e*, il permet à cet air chaud, appelé par le tirage de la cheminée, de se rendre, sous le carrelage du four, dans les conduits *y*, d'où il s'échappe également, sur toute la largeur du four, par une multitude de trous pour servir à la combustion ou à l'enfumage.

Enfin, le canal supérieur *d* est disposé de la même manière que le précédent, et peut remplir le même office ; mais il sert plus spécialement, soit à enfumer les produits, soit à envoyer l'air chaud dans un point quelconque du séchoir placé au-dessus du four.

Pour marcher au gaz, le four est muni d'un gazogène isolé et en contrebas de la sole : c'est un foyer ordinaire, dont la voûte est élevée de 1^m,80 environ au-dessus de la grille; il possède un cendrier, mais il n'a pas de porte latérale, le chargement du combustible ayant lieu par la voûte.

Ce gazogène se communique avec les compartiments par les galeries t , les valves u , et les conduits x , qui sont placés sous le carrelage du four, en regard des conduits d'air chaud y .

Lorsqu'on ouvre la valve u , le gaz remplit le conduit x et en sort divisé et également réparti sur la largeur du four par une multitude de trous placés sur le côté, comme il sortirait d'une série de becs de gaz d'éclairage. Si on ne lui fournissait pas d'air, il ne s'allumerait pas, se répandrait dans le four, et irait se perdre dans la cheminée. Mais, comme il trouve en face de lui le conduit y , qui dégage de l'air chaud, il y a inflammation immédiate, et production de longues flammes, qui se répandent dans toute la section des tranches qui séparent les piles de produits.

Les conduits d'air chaud et de gaz se font très simplement et très économiquement; ce sont des boisseaux ordinaires, emboltés et percés avant leur cuisson. Tout fabricant peut préparer lui-même ces tuyaux qui, pour la cuisson de la tuile ordinaire, n'ont pas même besoin d'être en terre réfractaire.

Enfin le four est muni d'un foyer ordinaire z , placé à l'une des extrémités et servant à l'allumage. Il permet de rendre le four intermittent, si cela est nécessaire, tout en lui laissant les avantages de la continuité, quand on peut l'alimenter de produits.

Voici le fonctionnement d'un four à douze compartiments :

Le compartiment a_1 est en défournement.

Le compartiment a_2 est en enfournement.

Les compartiments a_3, a_4, a_5 , sont en refroidissement.

Le compartiment a_6 est isolé des autres pour le recuit.

Le compartiment a_7 est en grand feu.

Les compartiments a_8, a_9, a_{10} , sont chauffés par les flammes perdues de a_7 .

Les compartiments a_{11} et a_{12} sont en enfumage.

A mesure qu'on éteint une grille, on en allume une autre et, aussitôt qu'un compartiment est cuit, on fait avancer d'un numéro les diverses conditions de tous les compartiments par la simple manœuvre des registres.

Toute la partie du four au-dessus du sol est construite sans mortier de chaux.

La cheminée intérieure et les galeries d'air et de fumée sont en briques avec coulis; la partie extérieure est en moellons bruts avec mortier de terre, sans armature d'aucune sorte, et cependant le four a résisté, sans fissure aucune, aux températures élevées qu'exige la cuisson des tuiles en grès.

Ainsi construit, le four de M. Marle, à Saint-Vallier, a coûté 13.500 fr., dont 3.000 francs pour la cheminée.

On cuit, par jour, de 6 à 12 tranches, suivant les nécessités de la fabrication, soit 2.250 à 4.500 tuiles de 13 au mètre carré, représentant un poids de 7.500 à 15.000 kilogrammes.

M. Marle a réalisé une économie de combustible de 54 % sur son ancien four, bien qu'il ait marché tout d'abord dans de mauvaises conditions, car le four n'a pu être couvert que longtemps après sa mise en marche, sans compter que, faute de produits, il a été obligé de ralentir le feu à plusieurs reprises.

Résumons maintenant les avantages de ce four :

1° Il permet de régler l'air servant à la combustion, et c'est là, comme on va le voir, une faculté toute nouvelle et très importante apportée au four continu.

En effet, dans un four continu, même dans le four Hoffmann, qui se rapproche cependant beaucoup de la perfection, le feu ne se répartit jamais, et ne peut être réparti d'une manière parfaitement uniforme dans toutes les parties du four.

L'air extérieur, qui entre à flots par les portes d'enfournement et de défournement, trouve devant lui la masse des produits enfournés dans toute la longueur du four, et il doit les traverser pour gagner la cheminée d'appel. Or, de même que l'eau, pour s'écouler, suit toujours les lignes de plus grande pente et de moindre résistance, de même cet air suivra de préférence, à travers les produits, les lignes de moindre résistance. Mais ces lignes résultent de l'empilage lui-même et ne peuvent plus être modifiées après la mise en feu.

Si donc l'enfournement a été conduit d'une façon parfaitement régulière, les lignes d'écoulement de l'air se répartiront uniformément dans toute la section du four; mais c'est l'exception, et l'exception bien rare. Toujours ou presque toujours, l'air trouve et suit des lignes déterminées fatalement par l'empilage; il va frapper de préférence les morceaux de combustible et les produits qui se trouvent sur sa

route, et laisse de côté les autres sans les atteindre. De là ces morceaux de charbon qu'on trouve parfois en défournant.

Ce n'est pas tout, les produits empilés, en s'échauffant, se tassent toujours par l'effet du retrait, et ouvrent ainsi, sous la clef de voûte, une voie de plus en plus grande, dans laquelle s'engagent naturellement et fatalement les gaz chauds, en quantité relativement considérable. C'est autant de perdu pour la combustion, pour la chaleur et pour la bonne répartition du feu.

Cet inconvénient des fours continus n'existe pas dans le four Marle : on peut en modifier la marche à volonté, d'un compartiment à l'autre, et même presque d'une tranche à l'autre ; car l'air, qui s'est chauffé par son passage à travers les produits cuits, est arrêté par le registre, et recueilli dans le canal intermédiaire dont nous avons parlé, et d'où on peut le distribuer à volonté sur un point quelconque du four, à l'état de division, et toujours à la partie inférieure, où il se trouve en présence du combustible *houille* ou *gaz*.

2° Le réglage de la quantité d'air servant à la combustion, et son égale répartition dans toute la largeur du four, permettent de modifier la quantité d'air fourni à chaque grille et, par suite, de rendre la flamme oxydante ou réductrice, à volonté, et à quelque moment que ce soit ; c'est là une faculté très importante pour la coloration des produits : ce n'est pas durant toute la cuisson, c'est seulement à certains moments qu'il faut donner cet excès d'air.

3° Cette faculté de réglage du feu permet également de ralentir la cuisson, et de la proportionner aux besoins de la fabrication ; on peut ainsi faire varier la production du simple au double.

4° L'enfournement, complet et facultatif, d'un ou de plusieurs compartiments qui viennent d'être cuits, est d'une importance capitale pour certains produits qui se gercent par l'effet d'un refroidissement trop brusque, ou pour ceux qu'on veut cuire noir ou bleu pour l'ardoisage, ou enfin pour ceux qu'on veut vernir au sel.

5° Cette faculté d'isolement permet encore d'opérer l'enfumage des produits avant leur cuisson. Car, en isolant les compartiments qui sont à la suite du feu, on peut y faire arriver l'air chaud de la galerie c. Il suffit, pour cela, d'ouvrir les valves *k* communiquant avec la cheminée et les valves *l* qui communiquent avec la galerie d'air chaud.

Tel est le four de M. Marle. On voit que, s'il ne réalise pas toute l'économie de cuisson du four Hoffmann, en revanche, il se prête aisément, grâce à l'isolement facultatif des compartiments, à la cuisson de certains produits, délicats ou spéciaux, tels que les produits réfractaires ;

à ce point de vue, il satisfait à l'un des principaux desiderata des céramistes. Un certain nombre de fabricants ont pu constater la régularité de cuisson des produits, et leur couleur bien plus vive que celle qu'on obtient en brûlant des combustibles solides.

A l'Exposition universelle de 1878, M. Marle a obtenu une mention honorable, bien que son four n'ait pas été construit encore, et n'existât qu'à l'état de projet sur le papier.

7. — EXAMEN COMPARATIF DES FOURS CÉRAMIQUES

Nous venons de décrire les principaux fours qui servent à la cuisson des poteries du bâtiment. Si la liste en est longue, en revanche on a pu constater que chacun d'eux est un progrès sur celui qui le précède. Entre le four flamand et le four Marle, on a pu apprécier quels efforts ont été tentés, quel chemin parcouru, quels résultats réalisés.

Résumons à grands traits les conclusions qui se dégagent de cette étude.

Les anciens fours intermittents, surtout les fours ronds, ont conservé jusqu'ici les préférences de certains fabricants, malgré le prix élevé de la cuisson. Cette préférence, ils la doivent à une longue habitude, à leur allure bien connue des cuiseurs, et aussi, disons-le, à un certain sentiment de défiance qui fait hésiter à quitter un engin que l'on connaît bien, pour un autre entièrement inconnu. C'est d'ailleurs, et surtout, pour la cuisson de certains produits réfractaires ou spéciaux, tels que les pièces ardoisées, ou que l'on veut émailler, ou cuire noir ou bleu, que ces fours sont réservés.

Pour les produits plus communs et d'un prix peu élevé, tels que les briques, on n'hésite plus à construire des fours continus Hoffmann ou Simon; car ce sont incontestablement ceux qui donnent la cuisson la plus économique. On peut y cuire aussi des produits plus délicats, des tuiles et des carreaux, mais alors il faut apporter quelques soins à l'enfournement.

Les fours au gaz auront bien de la peine à enlever aux fours continus l'avantage capital de l'économie de cuisson; mais, en revanche, ils se recommandent aux fabricants par d'autres qualités qui sont d'un grand prix, et qui sont refusées aux fours à combustibles solides: on a vu plus haut quelles sont ces qualités: c'est l'absence absolue de cendre et de scories, c'est l'égale répartition du feu, c'est la possibilité d'obtenir, en quelques instants, une atmosphère oxydante ou réductrice,

et de cuire à des températures extrêmement élevées; c'est, enfin, l'absence des brusques changements de température.

Le four de Schwandorf, on l'a vu par notre description, conserve intacts tous les avantages de la continuité, qu'on apprécie tant dans le four Hoffmann; mais il ajoute à ces avantages le précieux appoint des qualités propres à la combustion du gaz et que nous venons d'énumérer.

Quant au four Marle, il a sa manière à lui de conserver la continuité: ce n'est plus la manière simple et franche du four Hoffmann, où l'air entre dans le four par une porte ou deux, traverse simplement toute la galerie, et sort par un carneau de tirage; ici, cet air est capté chaud dans les compartiments en refroidissement, et emmagasiné dans des galeries spéciales, d'où il est immédiatement dirigé dans les compartiments où il est nécessaire. On perd certainement ainsi quelque peu de chaleur, et on cuit moins économiquement qu'avec le four de Schwandorf; mais aussi, on possède l'avantage tant recherché d'isoler à volonté des compartiments qui possèdent toutes les qualités des anciens fours intermittents, et dans lesquels on peut, si l'on veut, recuire les produits, les émailler, les vernir au sel, ou les ardoiser.

Le four Marle arrivera-t-il à détrôner enfin les anciens fours intermittents, ce que n'a pu faire le four Hoffmann, et ce que ne fera probablement pas non plus le four de Schwandorf? Un avenir prochain, très prochain, nous l'apprendra: car maintenant, le mouvement est donné: la mode est au gaz; il n'est pas un fabricant qui n'ait reconnu les incomparables avantages de la cuisson par le gaz; il n'en est pas un qui ne cherche à posséder un de ces fours, ou du moins à installer ce mode de cuisson dans ses anciens fours.

Ajoutons que le dernier mot des fours à gaz n'est pas dit. L'un de nos principaux céramistes, dont le nom revient plusieurs fois dans cette étude, nous disait dernièrement qu'il étudie un nouveau système de four à gaz, de concert avec un ingénieur du gaz. Leur projet est complètement étudié: dans six mois, le four sera construit et fonctionnera. Que sortira-t-il de cette intelligente association de deux spécialistes également compétents? Nous le saurons prochainement.

DEUXIÈME PARTIE

CÉRAMIQUE DÉCORATIVE

Considérations générales. — L'art de décorer les poteries est presque aussi ancien que la céramique elle-même. En Égypte, à Babylone, à Ninive, à Ecbatane, en Phénicie, en Arménie, en Mésopotamie, dans la Perse antique, et, plus près de nous, dans l'ancienne Grèce et chez les Romains, nous trouvons des briques, des tuiles, des vases, ornés de dessins, et recouverts d'une glaçure incolore ou colorée.

Perdu quelque temps, à l'époque des invasions des barbares, cet art charmant reparait au ^{xiii}^e siècle avec les carrelages incrustés et avec les tuiles vernissées des cathédrales du moyen âge. Au ^{xiv}^e siècle, le vernis transparent à base de plomb trouve un rival heureux dans l'émail opaque à base d'étain, qui, appliqué sur la terre cuite, en fait une faïence.

Au ^{xvi}^e siècle, on emploie les faïences émaillées à l'embellissement extérieur des habitations. Un grand nombre de maisons de Beauvais étaient ainsi décorées.

Le château de Madrid, au bois de Boulogne, offrait surtout, sous ce rapport, un type unique caractérisé par un système complet de décoration en terre cuite appliquée aux façades, et même aux conduits extérieurs des cheminées. Cette ornementation était l'œuvre du florentin Girolamo della Robia, que François I^{er} avait appelé de Florence. Elle justifiait bien le nom de *Château de faïence*, que le peuple lui avait donné.

Ce haut goût pour la céramique d'ornement disparut avec l'architecture délicate et gracieuse de la Renaissance. Il n'y avait aucune place pour elle dans l'architecture imposante, mais sévère et froide du *xvii^e* siècle, aucune place non plus dans les lourds monuments, sans grandeur et sans originalité, du premier Empire et de la Restauration. Aussi, durant près de trois siècles, la céramique a-t-elle été complètement bannie des édifices.

Mais, depuis une trentaine d'années, il s'est produit, en France, une révolution dans l'architecture : au lieu de s'attacher exclusivement à un style, elle s'est faite éclectique, et les architectes, sans répudier aucun des styles anciens, choisissent celui qui convient le mieux à la destination d'un édifice, à son importance, au site environnant. C'est surtout dans les villas voisines des grandes cités que ce mouvement est remarquable. On voit que, là seulement, l'architecte est dégagé des mille sujétions de la ville, et qu'il peut donner libre carrière à ses conceptions artistiques. Aussi quelle infinie variété de styles dans ces milliers d'habitations suburbaines, et quel charmant kaléidoscope incessamment renouvelé sous les yeux ravis du promeneur !

Tout d'abord, on se contenta des deux éléments, brique et pierre, et on sut en composer d'élégants cottages, encadrés coquettement dans des massifs de verdure. Mais bientôt, l'industrie vint apporter de nouveaux éléments à l'art de bâtir. D'intelligents céramistes s'étaient remis à fabriquer des carreaux incrustés, des faïences émaillées, des tuiles vernissées qui ne le cédaient en rien pour l'élégance des dessins, et pour l'éclat des couleurs, aux plus belles productions du Moyen Âge et de la Renaissance ; ils les offraient aux architectes en faisant remarquer, avec raison, que tous ces produits nouveaux pouvaient fournir aux maisons de plaisance, aujourd'hui comme autrefois, des motifs charmants de décoration.

D'un autre côté, l'industrie du fer et des autres métaux prenait une rapide et surprenante extension. La serrurerie d'art transformait le fer en balcons, en marquises, en serres, en rampes d'escalier, en mille travaux d'une élégante légèreté.

Tous ces nouveaux produits de l'industrie renaissante réclamaient leur droit de cité dans l'architecture en voie de transformation.

Les architectes ne demandaient certes pas mieux que d'employer tous ces éléments nouveaux ; mais ils manquaient de données certaines, de points de comparaison, sur les effets qu'ils en pouvaient obtenir : aussi les hésitations furent-elles longues, les tentatives rares et peu hardies. C'était trop peu pour donner satisfaction complète aux efforts

de l'école rénovatrice; on sentait que ces efforts, ne pouvant se faire jour d'une façon plus progressive et plus rapide, aboutiraient à une explosion.

Ce fut, en effet, à la grande Exposition de 1878 que le coup de foudre éclata. De l'École militaire au Trocadéro, ce fut comme une explosion de céramique et de fer, et surtout de céramique. Il y avait là, dans cet immense emplacement, des centaines de constructions de toutes grandeurs et de tous styles, et certes on n'aurait pu en trouver une seule qui ne fût pas une manifestation de l'art nouveau. Sans hyperbole, on peut dire que l'Exposition de 1878 a été comme un temple élevé à la céramique.

Rappelez vos souvenirs. Rappelez-vous la gare du Champ de Mars, toute en fer et briques de couleur, avec sa toiture brillante en tuiles émaillées rouge, jaune et noire, œuvre de goût due à M. Jules Lische, et qui a survécu à l'Exposition.

Rappelez-vous l'élégant pavillon de la ville de Paris, élevé par M. Bouvard, et dont l'ossature, en fonte et fer était garnie de faïences et de terre cuite, avec des remplissages en briques de couleurs.

Rappelez-vous les faïences décoratives du palais de l'Exposition, œuvres très remarquables et très remarquées de M. Müller, d'Ivry, exécutées sur les compositions de M. Léon Parvillée.

Rappelez-vous, enfin, le kiosque élevé par M. Pérusson, et ce gracieux pavillon de l'*Union céramique et chauxfournière de France*, à qui la Commission avait trop mesuré la place, mais qui ne s'en dressait pas moins tout pimpant et coquet dans sa petite taille, et qui fit grand honneur à l'architecte, M. Deslignières.

Mais arrêtons là ces souvenirs qui nous conduiraient trop loin, et constatons que cette Exposition de 1878 a marqué le triomphe éclatant de la jeune école et de la couleur en architecture.

Certes, nous ne voulons pas dire que tout fut parfaitement à sa mesure et à sa place, dans cette première application de la céramique à la décoration des édifices. Mais qu'importaient quelques rares défauts au résultat final? ne concouraient-ils pas, d'ailleurs, avec les heureuses proportions des autres parties, et avec la riche perfection des détails, à composer un enseignement dont les artistes ont su tirer parti?

Les résultats de l'Exposition de 1878 ne se firent pas attendre. Les architectes, instruits désormais de la part décorative qu'on peut attribuer au fer, à la terre cuite, et à la faïence, n'hésitèrent plus. L'entraînement devenait d'ailleurs universel. La mode, ce tyran capricieux à qui tout cède, était à la céramique: après avoir orné les salons, les salles à manger, les vestibules, des plus gracieuses poteries et des

vases les plus riches, elle exigeait maintenant des terres cuites et même des faïences à l'extérieur des habitations.

Les architectes, tout en cédant à cette vogue, eurent le mérite de la diriger et de la contenir dans les limites du bon goût. Ils avaient compris, en effet, que la faïence ne peut être associée, dans une façade, à la terre cuite et à la pierre, que dans une mesure relative qu'ils surent déterminer.

Ils élèvent, comme toujours, en pierre de taille, l'ossature ou les parties vives de l'édifice, c'est-à-dire les chaînes d'angles, les bandeaux, les corniches, les encadrements des portes et des fenêtres; puis ils garnissent les remplissages avec un parement mat en briques d'un seul ton brun rouge, et, plus souvent aussi, en briques de trois tons : rouge brun, noir et blanc, qu'ils disposent en dessins symétriques. Quant à la faïence émaillée, ils lui mesurent sobrement la place : tantôt ils la développent en bandeaux et en frises; tantôt ils la plaquent entre les modillons des corniches, ou bien dans les appuis ou dans les couronnements; mais partout où ils emploient ces plaquettes brillantes, ils ont grand soin d'en faire valoir l'éclat en les encadrant de pierres de taille, de même qu'on enchâsse un diamant dans un chaton. Souvent un filet d'or, sertissant la plaque et la séparant de son cadre en pierre, rehausse singulièrement la richesse de cette décoration.

Dans tous les cas, on n'applique jamais la faïence sur les parements en larges surfaces et à grands sujets décoratifs; il y a pour cela deux raisons péremptoires : d'abord, le miroitement excessif et fatigant qui en résulterait; ensuite, la grande quantité de joints nécessités par la cuisson de la faïence en petits carreaux, et qui forment sur la surface un quadrillage inutile et désagréable.

Les *carrelages céramiques* sont devenus, de leur côté, l'objet d'une vogue qui ne le cède en rien à celle de la faïence, et qui ne fait que s'accroître tous les jours. On ne compte plus maintenant les boutiques, les magasins, les vestibules, les salles de bains, dont le sol est pavé de ces carreaux de grès cérame à dessins polychromes.

Les couvertures en *tuiles vernissées* ont plus de peine à se populariser; nous trouvons à cela plusieurs raisons : d'abord, ce genre de tuiles exige une pente très forte et qu'on ne peut pas accepter dans tous les styles d'architecture; ensuite, elles coûtent notablement plus cher que les tuiles ordinaires; aussi se contente-t-on, le plus souvent, de l'effet décoratif produit par les tuiles mates d'un beau rouge corail qui se fabriquent couramment aujourd'hui.

Mais, abstraction faite des tuiles vernissées, l'industrie céramique a

conquis de larges débouchés, non seulement pour ses carreaux, ses briques et ses tuiles courantes, mais encore pour les produits plus délicats tels que les carreaux cérames et les faïences décoratives. Aussi tous les fabricants dont les terres ont les qualités requises, ont-ils adopté ce genre de fabrication nouvelle. Ajoutez à ces produits, uniquement décoratifs, les faïences et les porcelaines d'art si recherchées de nos jours, et vous trouverez, avec nous, que nous assistons, pour ainsi dire, à une renaissance nouvelle. A l'engouement, disons mieux, au goût de plus en plus éclairé du public pour les choses d'art, répondent de tous côtés de nouveaux et puissants efforts des céramistes et des sculpteurs. Aux reproductions des plus belles œuvres antiques viennent s'ajouter des créations vraiment originales. En vérité c'est une belle heure pour la céramique.

Après avoir décrit, dans la première partie de cette étude, les méthodes de fabrication des *poteries simples et mates* du bâtiment, il nous a semblé qu'il serait d'une haute actualité de passer en revue les procédés dont on fait usage pour décorer les poteries, et entre autres, les briques, les tuiles, les carreaux et les faïences employés dans les constructions.

CHAPITRE PREMIER

DÉCORATION DES POTERIES

Définitions. — Disons d'abord en quoi consiste la décoration des poteries.

Quelle que soit sa forme, une poterie peut recevoir plusieurs genres de décoration.

Elle peut se composer, tout simplement, d'une *pâte colorée* recouverte d'une glaçure incolore : le cas se présente pour les tuiles et les grès cérames.

Inversement, la pâte peut être incolore et recevoir une *glaçure colorée*; c'est le cas de presque toutes les tuiles vernissées.

On peut aussi décorer la poterie de peintures posées sur la pâte *crûe*, *dégourdie*, ou *biscuite*, et recouvertes d'une glaçure incolore et transparente: ce sont les *peintures sous glaçure*; elles sont fort usitées.

Un dernier mode de décoration consiste à appliquer la peinture, non plus sur la pâte, mais sur la glaçure elle-même, ainsi qu'on le fait pour les porcelaines et pour les faïences: ce sont les *peintures sur glaçures*.

Mais une poterie peut être colorée, comme les briques et les tuiles, ou revêtue de peintures, comme les grès cérames pour carrelages, sans recevoir aucune glaçure; on donne le nom de *poterie simple ou mate* à toute poterie qui n'est pas couverte d'une glaçure, et celui de *poterie composée* à celle qui est revêtue d'une glaçure.

Occupons-nous d'abord de la décoration des poteries simples.

1. — POTERIES SIMPLES

Toute pâte céramique est *incolore* ou *colorée*.

Elle est incolore *naturellement* ou *artificiellement*.

De même-aussi, elle peut être colorée *naturellement* ou *artificiellement*.

Pâtes naturellement blanches. — Ainsi, l'argile et le kaolin bien purs, qui sont des silicates d'alumine naturels, sans autre mélange, donnent, par la cuisson, des pâtes blanches. Il en est de même du feldspath qui est un silicate naturel d'alumine et de potasse, et aussi des argiles qui contiennent naturellement des alcalis (potasse ou soude) et du carbonate de chaux. Voilà pour les pâtes blanches naturelles.

Pâtes artificiellement blanches. — Mais on peut aussi créer artificiellement des pâtes blanches en cuisant certains mélanges d'argile plastique, de kaolin, de feldspath, de chaux, de silice, etc. Telles sont les pâtes blanches de la faïence commune blanche de Paris, celles des faïences fines anglaises telles que la *terre de pipe*, la *faïence fine cail-loutée*, la *faïence fine feldspathique*; celles des grès cérames blancs; celles des porcelaines dures et des porcelaines tendres.

Pâtes naturellement colorées. — Quant aux pâtes naturellement colorées, elles résultent ordinairement de la cuisson d'une terre qui contient, parmi ses éléments, des oxydes colorants, surtout les oxydes de fer et de manganèse. C'est ainsi que les briques, les tuiles, les carreaux, produits par certains argiles, sortent du four, colorés en rouge ou en jaune plus ou moins foncés. Mais, à part ces produits, dont la coloration rouge est fort recherchée quand elle est régulière, il faut

reconnaître que la plupart des pâtes naturellement colorées ne sont pas acceptables, et doivent être dissimulées ou remplacées par des pâtes artificiellement colorées.

Pâtes artificiellement colorées.— Les pâtes colorées artificiellement dans toute leur masse ne sont pas rares. Ainsi, la pâte des grès cérames fins reçoit des colorations de diverses nuances; il en est de même des pâtes de couleur pour porcelaine, entre autres de la pâte céladon.

C'est au moyen d'oxydes métalliques que l'on colore les pâtes dans toute leur masse.

Ces oxydes sont :

Les oxydes de fer, donnant du jaune, du rouge ou du brun;

Les oxydes de manganèse, donnant du violet ou du brun;

Les oxydes de chrome, donnant du vert, du jaune ou du bleu;

Les oxydes de cobalt, donnant du bleu;

Les oxydes d'uranium, donnant du jaune ou du brun;

Les oxydes d'or, donnant du rose ou du gris violacé;

Les oxydes de platine, donnant du gris;

Les oxydes d'iridium, donnant du gris ou du noir;

Les oxydes de fer colorent naturellement les pâtes des poteries communes et des grès.

Les oxydes de manganèse ne sont employés qu'en faible quantité dans les pâtes; ils servent à accentuer en brun la coloration donnée par le fer.

Les oxydes de chrome, ajoutés aux pâtes de porcelaine dure, de porcelaine tendre et de grès fins, les colorent en vert.

Les oxydes de cobalt, mêlés à des pâtes ferrugineuses, les colorent en brun et même en noir; en mélange avec l'oxyde de chrome et l'oxyde de fer, ils donnent à la pâte une couleur brun rougeâtre. Ajoutés seul à la pâte, ils la colorent en bleu plus ou moins intense, suivant la proportion employée : c'est le cas des grès fins anglais. Mélangés et frittés avec l'oxyde de zinc et le feldspath, ils colorent la porcelaine tendre anglaise en bleu d'outremer.

Les oxydes d'uranium, d'or, de platine et d'iridium donnent aux pâtes de très belles colorations; mais leur prix est tellement élevé qu'on ne les emploie guère que pour colorer les pâtes des porcelaines et des grès fins dont la valeur est considérable.

Le mode d'emploi de ces oxydes colorants dans la masse de la pâte est simple : lorsqu'ils font partie intégrante et naturelle de la pâte, comme les oxydes de fer et de manganèse dans l'argile, il suffit de broyer le tout, puis d'humecter, de raffermir, de pétrir, de façonner et

de cuire la pâte. Au contraire, s'il faut introduire les oxydes dans la pâte, on les broie très finement, soit purs, soit frittés ou fondus avec un élément antiplastique (quartz ou feldspath), après quoi on mélange la poudre obtenue avec les autres éléments de la pâte, et on procède, comme dans le cas précédent, au pétrissage, au façonnage et à la cuisson.

Mais la coloration de la masse entière d'une pâte devient fort coûteuse avec des oxydes de grande valeur; aussi se contente-t-on, souvent, d'appliquer les oxydes à la surface de la pâte, tantôt crue, tantôt préalablement cuite. Dans ce cas, on les emploie purs, s'ils peuvent adhérer à la pâte au moment de la cuisson en dégourdi; ou bien, on les applique en mélange avec un fondant vitreux qui les fixe à la pâte, en cuisant.

Dans certains cas, on colore la surface de la pâte moulée, non plus avec des oxydes, mais au moyen d'*engobes*. On appelle *engobe* un mélange d'oxydes colorants avec une matière terreuse qui est généralement de l'argile blanche. Il est *naturel* lorsque la substance terreuse contient naturellement en mélange les oxydes colorants; tels sont les ocrés. Il est *artificiel*, au contraire, lorsqu'on mélange les oxydes avec une terre blanche ou très peu colorée. Souvent aussi, l'engobe ne contient aucun oxyde et ne se compose absolument que d'une couche d'argile blanche. On l'applique alors sur des poteries, pour en masquer la couleur sale, et pour obtenir une surface blanche sur laquelle on peut rapporter des décorations. Tous ces engobes, colorés ou non, s'appliquent, comme les oxydes, à la surface de la pâte; ils ont besoin, pour réussir, de cuire à la même température qu'elle-même, de posséder le même degré de fusibilité et de dilatabilité, d'adhérer enfin parfaitement à la pâte.

Mais, que l'on colore la masse entière d'une pâte, ou que l'on applique à la surface seulement une légère couche, colorée ou non, au moyen d'oxydes ou d'un engobe, on n'obtient jamais qu'une couleur unique ou plusieurs couleurs plates juxtaposées, appelées *couleurs de fond*. Or la décoration des poteries ne se contente pas de cette simple coloration: il y a longtemps qu'on les décore de peintures à dessins réguliers et à figures. On les obtient de même au moyen d'oxydes métalliques colorants, appliqués soit sur la *pâte crue*, soit sur la pâte cuite à l'état de *dégourdi*, ou à l'état de *biscuit*. Nous nous occuperons plus loin de ces décorations de poteries.

Toutes les pâtes que nous venons de passer en revue, colorées ou blanches, engobées ou non, décorées ou non de peintures sur crû, sur dégourdi, ou sur biscuit; toutes ces pâtes, disons-nous, n'ayant pas encore reçu de glaçure, constituent ce qu'on appelle des *poteries simples*.

2. — POTERIES COMPOSÉES ET GLAÇURES

Définitions. — Les *poteries composées* sont celles qui sont revêtues d'une glaçure.

On donne le nom général de *glaçure* à l'enduit brillant, transparent ou opaque, incolore ou coloré, dont on revêt la surface des poteries.

La glaçure ajoute aux poteries des qualités nouvelles et fort précieuses : elle leur donne un vernis brillant qui en exalte singulièrement la couleur; elle les rend parfaitement imperméables; elle les maintient, enfin, dans un état constant de propreté.

La glaçure reçoit, dans l'industrie, le nom particulier de *verniss* lorsqu'elle est *transparente et plombifère*, qu'elle soit du reste incolore ou colorée.

L'*émail*, au contraire, est une glaçure *opaque et ordinairement stannifère*, ayant la propriété de masquer complètement la couleur souvent inacceptable de la pâte. C'est une matière vitreuse qui a perdu sa transparence par l'addition d'une certaine quantité d'oxyde d'étain ou d'antimoine. Il se distingue de l'engobe, précisément, par cette apparence vitreuse.

On nomme *couverte* toute glaçure *terreuse* plus ou moins fusible et plus ou moins transparente.

On appelle *lustre* une glaçure généralement alcaline et qui n'a qu'une très faible épaisseur.

Quels que soient les noms particuliers qu'elles aient reçus, les glaçures, colorées ou non, transparentes ou non, ne sont jamais que de véritables verres, c'est-à-dire des silicates ou des borates plus ou moins fusibles. Assez souvent, on les compose, en les fondant ou non, avant de les appliquer sur les poteries et de les soumettre à la cuisson : c'est le cas de l'émail des faïences communes et des glaçures des poteries anglaises et des porcelaines dures. Mais souvent, ces silicates se composent d'eux-mêmes, au moment de la cuisson, par la combinaison de l'enduit avec la silice de la pâte, sous l'influence d'une température rouge : telle est la glaçure formée par l'alquifoux (sulfure de plomb) sur les poteries communes, et celles que développe le sel marin, lorsqu'on le volatilise en dirigeant la vapeur sur les poteries de grès.

Conditions d'une bonne glaçure. — Une bonne glaçure doit avoir

assez de dureté pour résister aux frottements; elle doit, en outre, conserver indéfiniment son éclat et, par conséquent, rester inaltérable à l'air et à l'eau; enfin elle doit réaliser, à l'égard de la pâte elle-même de la poterie, les trois conditions suivantes :

1^{re} — Elle doit avoir sur la pâte une adhérence convenable, ni trop faible, ni trop forte. Au cas où l'adhérence est trop faible, la glaçure se détache, se lève en écailles, et produit le défaut appelé *écaillage*, si fréquent dans les faïences. Dans le second cas, la glaçure, ayant trop d'affinité pour la pâte de la poterie, la pénètre, et y disparaît même quelquefois complètement : on dit alors que la glaçure est *sucée*.

2^{re} — La fusibilité de la glaçure doit être en rapport avec celle de la poterie. Si elle est trop fusible, elle *coule* et s'accumule dans les parties creuses ou en pente de la poterie. Si, au contraire, elle est trop dure à fondre, elle n'offre aucun éclat, s'étend mal sur la surface, et présente souvent des *ondulations*.

3^{re} — La glaçure et la pâte de la poterie doivent éprouver, très sensiblement, les mêmes dilatations aux mêmes températures. Une glaçure qui se dilate moins que la pâte, se fendille en tous sens, en produisant une espèce de mosaïque, plus ou moins irrégulière, appelée *tressaillure*. Toutes les lignes de la mosaïque noircissent vite et éteignent le brillant de la glaçure. Et cependant, une tressaillure bien régulière devient une qualité fort recherchée dans les porcelaines et prend le nom de *craquelure*. On estime surtout les craquelures *tritées*, qui sont les plus petites. On en colore les lignes en plongeant les pièces dans une décoction bouillante d'encre noire ou d'encre rouge.

On voit, par ces conditions, qu'aux diverses poteries correspondent des glaçures spéciales, dont les éléments varient avec la nature et les propriétés de la pâte elle-même. Glaçure et pâte doivent se convenir réciproquement. La grande habileté du fabricant consiste à savoir composer celle qui convient aux terres qu'il met en usage, et aux produits spéciaux qu'il fabrique.

3. — GLAÇURES INCOLORES

Brongniart, dans son *Traité des arts céramiques*, et M. Salvétat, dans ses *Leçons céramiques*, deux ouvrages hors ligne qu'on ne saurait trop consulter, ont distingué les glaçures entre elles par leur composition chimique. C'est là que résident, en effet, leurs véritables caractères distinctifs, beaucoup plus que dans leur couleur, qui est souvent absente.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que les glaçures colorées ne diffèrent des glaçures incolores que par quelques centièmes d'oxydes métalliques colorants, qui ne sauraient en modifier nullement les caractères chimiques. Il nous suffira donc d'étudier sur les glaçures incolores, les propriétés, les modes de fabrication et d'emploi des glaçures en général, après quoi nous indiquerons, en quelques mots, comment on les transforme en glaçures colorées.

Brongniart avait établi quatre groupes de glaçures; M. Salvétat les a conservés, mais en y ajoutant un cinquième groupe, celui des glaçures boraciques, qui a pris, depuis Brongniart, une importance considérable.

Nous donnons ici la nomenclature de ces cinq groupes de glaçures, en y ajoutant, pour chacun d'eux, les substances parmi lesquelles on choisit les éléments composants, pour obtenir des *glaçures incolores*.

TABLEAU 13. — NOMENCLATURE ET COMPOSITION
DES GLAÇURES INCOLORES

NOMENCLATURE.	SUBSTANCES COMPOSANTES.
Glaçure silico-alcaline.	Soude NaO .
	Potasse KO .
	Sel marin ou chlorure de sodium (NaCl).
	Sel de nitre ou azotate de potasse (KO, AzO^3).
	Craie ou carbonate de chaux (CaO, CO^2).
Glaçure plombifère.	Sable ou quartz (silice, ou acide silicique SiO^2).
	Litharge ou massicot (protoxyde de plomb PbO).
	Alquifoux ou galène (sulfure de plomb, PbS).
	Minium (plombate de plomb, $2\text{PbO}, \text{PbO}^2 = \text{Pb}^2\text{O}^4$).
Glaçure stannifère.	Quartz, sable, argile, etc.
	Bioxyde d'étain (SnO^2).
	Oxydes de plomb.
Glaçure boracique.	Quartz, sable, sel marin, soude, etc.
	Borax ou borate de soude ($\text{NaO}, 2\text{BoO}^3 + 10\text{HO}$).
	Feldspath, cristal, craie, céruse, minium.
	Quartz, silex, etc.
Glaçure alcalino-terreuse.	Feldspath (silicate d'alumine et de potasse).
	Craie ou carbonate de chaux.
	Scories, laitiers de forge.
	Terre franche, dite terre
	à briques.
	Argile blanche.
	Silicates d'alumine.

Parmi toutes les substances de ce tableau, quelques-unes servent

surtout de fondants dans la pâte de la glaçure : ce sont, comme dans les verres, la soude, la potasse, le sel marin, le plomb, les cendres à cause de leur potasse; puis, le feldspath, le carbonate de chaux. — L'argile, le feldspath, interviennent par leur alumine, dont la propriété plastique et liante permet à la glaçure d'adhérer plus fortement à la poterie, en même temps que la plus ou moins grande proportion d'alumine augmente ou diminue la fusibilité de la glaçure. — Le sable et le quartz y introduisent la silice indispensable à toute vitrification; de plus, ils donnent aux vernis le degré de dureté nécessaire à la poterie. La terre franche est substituée souvent au sable pour les vernis noirs ou bruns.

Quant au choix de ces substances, il est variable avec la nature et avec la valeur de la poterie.

C'est ainsi que le feldspath, qui puise en lui-même tous les éléments nécessaires à une belle glaçure, savoir : la silice, la potasse et l'alumine, est adopté pour fournir les couvertes de la porcelaine dure, des grès, des faïences fines.

La faïence fine de Montereau, Gien, Forges, Sarreguemines, Choisy-le-Roi, Creil, etc., improprement appelée *porcelaine opaque* ou *demi-porcelaine*, emploie surtout, pour composer ses glaçures, le borax, la potasse, la soude, le sel de nitre, le feldspath, et l'oxyde de plomb.

Le sel marin entre, avec d'autres éléments, pour former l'émail des faïences communes, mais son emploi le plus général est de composer à lui seul le vernis incolore et transparent des grès cérames, fins ou communs, et surtout des grès de couleur.

Pour d'autres grès cérames, la glaçure est composée de sel marin, soude, carbonate de chaux, terre franche, avec ou sans oxyde de plomb.

Sur les poteries communes, enfin, les substances employées généralement pour la glaçure sont le plomb, l'argile, la terre franche, et aussi quelques oxydes métalliques, entre autres, ceux de fer et de manganèse.

Modes d'application des glaçures. — Lorsqu'on a déterminé la nature et les proportions des substances qui doivent composer une glaçure, il faut, tout d'abord, les broyer avec infiniment de soin, souvent même après calcination, puis les tamiser et les bien mélanger ensemble; après quoi, suivant le cas, on foud ou l'on fritte le mélange, et alors on peut l'employer, soit à l'état de poudre fine et sèche, soit à l'état de bouillie ou *barbotine*.

De là quatre méthodes pour appliquer les glaçures : ce sont les

méthodes par *saupoudration*, par *immersion*, par *arrosement* et par *volatilisation*.

La méthode par *saupoudration* s'emploie, surtout, pour les poteries grossières dont le prix de vente est fort bas, et dont il faut, par raison d'économie, cuire la pâte en même temps que la glaçure. On saupoudre, avant la cuisson, la surface encore humide de ces poteries avec une substance qui est le plus souvent un composé plombeux (alquifoux ou minium). Au feu, ce composé produit un oxyde de plomb, qui se combine avec la silice et l'alumine de la pâte, pour former un silicate double d'alumine et de plomb, qui constitue la glaçure.

Le procédé par *immersion* s'applique aux poteries auxquelles leur prix commercial permet de supporter une légère cuisson préalable, appelée *dégourdi*, et qui a pour résultat de transformer la pâte en une matière absorbante et non délayable dans l'eau. La pâte de la glaçure est délayée dans l'eau et maintenue liquide. On y plonge rapidement la pièce à glacer; cette pièce, en absorbant une certaine quantité d'eau, se recouvre en même temps, comme un filtre, de la pâte en suspension. L'épaisseur de la couche, ainsi déposée sur les surfaces, est proportionnelle à l'épaisseur de la pièce et à la durée de l'immersion. Lorsque les pièces ont reçu cette couche uniforme, elles sont portées au four, et elles cuisent en même temps que leur glaçure, ainsi que dans le procédé par saupoudration. Cette méthode par immersion permet de recouvrir l'intérieur d'une pièce d'une glaçure différente de celle qu'on applique à l'extérieur. On emploie souvent l'immersion pour glacer les poteries communes vernissées, les faïences communes, les faïences fines, les porcelaines dure et tendre, et certains grès cérames fins dont la glaçure est feldspathique.

La méthode par *arrosement* s'applique aux poteries qui cuisent à une température supérieure à celle de leur glaçure. Il faut donc, tout d'abord, cuire la pâte de la poterie, qui perd souvent sa porosité par cette cuisson, de sorte qu'on ne peut plus employer la méthode par immersion. Puis on réduit la pâte de la glaçure en une bouillie épaisse, qu'on verse uniformément et rapidement, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des pièces. Ce procédé, qui permet, comme le précédent, de distribuer des glaçures différentes à l'intérieur et à l'extérieur des pièces, s'applique aux poteries communes vernissées, aux grès communs lorsque la glaçure est calcaire, à la porcelaine tendre anglaise et française, aux faïences communes, en y adjoignant parallèlement la méthode par immersion.

Le procédé par *volatilisation* n'est guère employé que pour glacer

les pièces avec du sel marin, des métaux, ou des cendres volatiles. Il consiste à projeter dans un four une vapeur saline ou métallique. Cette vapeur forme avec la silice de la pâte un silicate de soude, ou un silicate métallique, qui sont de véritables verres, et qui donnent à la poterie l'aspect brillant et vitreux qu'elle recevrait des procédés exposés ci-dessus. Cette méthode est employée surtout pour les grès cérames communs et fins dont la glaçure est alcaline.

Après avoir décrit succinctement les matières composantes, le mode de fabrication et les modes d'application des cinq groupes de glaçures inscrites au tableau 13, il convient de reprendre chacun de ces groupes et d'en examiner l'histoire et le mode d'action.

Glaçure silico-alcaline. — On a vu, par le tableau 13, que la soude, la potasse, le sel marin, le sel de nitre, les cendres, la craie, le sable et le quartz entrent dans la composition de cette glaçure. Tous ces corps servent à introduire, à la surface de la poterie, l'un des alcalis (soude ou potasse), un oxyde terreux qui est la chaux, et enfin le sable ou le quartz. Tous ces éléments, se combinant entre eux sous l'action de la chaleur, donnent un silicate double de chaux et de soude ou de potasse ; dans le premier cas, on a le verre à vitre ordinaire ; dans le second cas, on obtient ce qu'on appelle le verre de bohème incolore.

On peut se dispenser d'ajouter la silice à la glaçure, si la pâte de la poterie est assez sableuse pour lui fournir elle-même l'élément siliceux.

Les glaçures silico-alcalines sont fort anciennes ; on les trouve sur les antiques poteries, à pâte très siliceuse, de l'Égypte, de la Perse, ce qui les ferait remonter à plus de 4.700 ans avant Jésus-Christ. Ces poteries, par leur composition presque exclusivement sableuse, se rapprochent beaucoup de nos grès cérames, et tiendraient volontiers le milieu entre les grès cérames et la porcelaine dure.

A une époque beaucoup moins ancienne, une grande quantité de poteries romaines, jaunâtres, à pâte tendre et sableuse aussi, présentent une glaçure extrêmement mince, tantôt rouge et tantôt noire, qui n'est autre qu'un verre particulier composé d'un silicate de soude et de fer, dans lequel l'oxyde de fer de la pâte joue le rôle de la chaux ordinaire. Quant au vernis noir, c'est un verre coloré par des sulfures métalliques, et cuit à l'abri du contact de l'oxygène de l'air, afin que le soufre ne puisse se dégager à l'état d'acide sulfureux.

A une époque plus récente encore, les poteries tendres et fines, à pâte marneuse, que nous ont léguées la Grande-Grèce et l'Empire

romain, c'est-à-dire les vases campaniens et romains, sont recouverts aussi d'une glaçure très mince et très adhérente ; elle est à peu près incolore et exalte la couleur du vase ; elle est aussi quelquefois noire. Analysée par M. Salvétat, elle n'a pas révélé d'autres éléments que de la silice et de l'alcali, mêlés avec de l'oxyde de fer et de la chaux. Le vernis noir est de même nature que le précédent.

Les anciennes poteries mexicaines, qui avaient une pâte argileuse plus dure que celles des anciennes poteries grecque et romaine, avaient reçu des glaçures silico-alcalines d'une grande finesse, et de même composition chimique que les vases grecs et romains.

C'est en Angleterre, à la fin du xvii^e siècle, que Palmer découvrit la glaçure au sel marin, et que les frères Elers glacèrent leurs faïences fines à pâte siliceuse. Ils enfermaient dans des cazettes, et faisaient volatiliser un mélange de sel marin, de carbonate de potasse et d'un dixième d'oxyde de plomb. La poterie étant très siliceuse, la silice décomposait les deux sels à la température rouge, et formait un verre alcalin très mince et fort brillant.

Les grès cérames communs, et les grès cérames fins anglais se glacent par la simple volatilisation du sel marin qu'on projette dans le four, à la fin de la cuisson. La température élevée qu'exige la cuisson des grès volatilise le chlorure de sodium ; puis la silice de la pâte en décompose la vapeur, pour en former un silicate de soude qui vernit finement la surface des poteries. Mais il est indispensable que la pâte de ces poteries contienne un excès de silice ; cette condition se réalise d'ailleurs pour les grès.

Glaçure plombifère ou vernis. — Cette glaçure n'a pas d'anciens quartiers, comme la précédente ; on ne la trouve guère employée couramment qu'au commencement du xiii^e siècle, en France. Elle nous arrivait vraisemblablement de la Perse, par l'intermédiaire des Arabes qui s'en servaient, paraît-il, dès le xi^e siècle.

Au nombre des poteries qu'on vernisse, on peut compter, tout d'abord, les poteries tendres à pâte sableuse (briques et tuiles vernissées et autres poteries communes). Il suffit de les recouvrir d'une couche d'alquifoux (sulfure de plomb), de litharge ou de minium. A la cuisson, le soufre se dégage à l'état d'acide sulfureux, et l'oxyde de plomb, qui se forme à la place du sulfure, se combine avec les éléments de la pâte pour former un silicate fusible et multiple de plomb, d'alumine, d'oxyde de fer, de chaux, etc., qui s'étend sur la poterie dont il supprime la porosité.

Ce vernis n'est donc pas autre chose qu'une espèce de cristal. On sait que le *cristal* est un *verre* (silicate de chaux et de potasse) dans lequel la chaux est remplacée par l'oxyde de plomb. C'est une substitution analogue qui a transformé la glaçure silico-alkaline de tout à l'heure en une glaçure plombifère.

On trouve cette glaçure appliquée sur les briques et tuiles vernissées au plomb, sur la poterie vernissée commune à pâte marneuse; sur les terres cuites du Beauvoisis à pâte calcaire; sur la faïence dite de Henri II, à pâte argileuse demi-dure; sur les faïences fines du premier Wedgwood, dites *cream-colour*; sur le grès cérame commun, sur le grès fin anglais, sur quelques porcelaines dures chinoises, sur la porcelaine tendre anglaise, sur la porcelaine tendre vieux-Sèvres.

Glaçure stannifère ou émail. — On n'est pas bien fixé sur l'origine de la glaçure stannifère. Il paraît cependant qu'au *xii^e* siècle, on fabriquait, en Allemagne, des terres cuites à émail stannique. Il est plus certain que les Arabes ont introduit avec eux, en Espagne, les tuiles de terre émaillées, telles qu'on les fabriquait en Perse et en Arabie. Vers la fin du *xiii^e* siècle, et durant tout le *xiv^e*, les Maures d'Espagne avaient élevé à un haut degré de splendeur l'industrie des poteries émaillées.

Ce n'est qu'au *xv^e* siècle que l'émail stannifère apparaît en Italie. Il ne fut couramment employé qu'au *xvi^e* siècle, en France.

L'oxyde d'étain, qui est blanc, n'est pas dissous, mais tenu seulement en suspension, dans la pâte de l'émail, et c'est à cet état particulier de l'étain que l'émail doit son opacité. Il n'est pas employé seul, mais combiné ou simplement mélangé avec l'oxyde de plomb; ce mélange, appelé *calcine*, est ajouté aux matières fondantes qui, en fondant à la cuisson, maintiennent l'oxyde d'étain en suspension dans la glaçure.

L'expérience a démontré que la glaçure stannique ne peut s'appliquer, sans gerçure, que sur les pâtes céramiques très chargées de calcaire, et en contenant une proportion comprise entre 13 et 22 p. 100. En dehors de ces limites, l'émail tressaille et se gerce, et la poterie devient impropre à la fabrication des faïences ingerçables.

Ajoutons, pour n'y plus revenir, que l'oxyde d'antimoine, l'acide arsénique et le phosphate de chaux possèdent, avec l'oxyde d'étain, la propriété de rendre opaques les glaçures.

Nous signalerons l'emploi de la glaçure stannifère sur des faïences arabes à pâte sableuse, sur des faïences à pâte marneuse pour poêles,

sur la faïence commune, sur la terre de pipe émaillée, sur la faïence fine émaillée de Lunéville, sur certains grès de la Chine et du Japon, sur quelques porcelaines de la Chine à pâte kaolinique, sur la porcelaine de Chantilly à pâte frittée.

Glaçure boracique. — Le borax, ou borate de soude ($\text{NaO}, 2\text{BoO}^3, + 10\text{HO}$), soumis à la chaleur, fond d'abord dans son eau de cristallisation, se boursoufle, se dessèche, et enfin éprouve, au rouge, la fusion ignée, en se transformant en une matière vitreuse, incolore et dure. En même temps, le borax fondu dissout les oxydes métalliques et les transforme en des verres transparents et colorés suivant leur nature. Ainsi l'oxyde de chrome se colore en vert émeraude; l'oxyde de cobalt en bleu intense; l'oxyde de cuivre, en vert pâle; l'oxyde de fer, en vert de bouteille ou en jaune; l'oxyde de manganèse, en violet; l'oxyde de nickel, en vert émeraude pâle. Les oxydes blancs ne se colorent pas. Il résulte de ces considérations que le borax est parfaitement apte à former des glaçures; aussi est-il employé depuis longtemps à cet usage. On trouve en effet des glaçures boraciques sur les poteries persanes à pâte sableuse, sur quelques faïences de Sarreguemines à pâte marneuse; sur les faïences de Rubelles, sur la véritable faïence fine, à pâte siliceuse, dite cailloutage anglais; sur le grès commun anglais; sur certains grès fins anglais, sur la porcelaine dure vernissée de Sèvres, sur la porcelaine tendre de Tournay.

Glaçure alcalino-terreuse ou couverte. — Ces glaçures sont généralement composées d'alumine, de chaux, d'alcali et de sable, dont la chaleur fait de véritables verres. On introduit l'alumine à l'état d'argile, et souvent même l'alumine et l'alcali à l'état de feldspath. L'alumine a le précieux avantage d'ajouter beaucoup à la résistance naturelle de la glaçure.

Ces glaçures, convenablement dosées, donnent de bons résultats sur les poteries tendres à pâte sableuse (briques et tuiles). Quand elles contiennent de la chaux, elles s'appliquent difficilement sur les poteries tendres à pâte marneuse, car cette pâte est assez fusible et absorbe aisément la glaçure calcaire à la cuisson.

La glaçure alcalino-terreuse remonte à une haute antiquité; car les briques de Babylone étaient enduites, d'après M. Jacquemart, d'une glaçure qui était un *silicate alcalino-alumineux* de couleurs variées, où dominant le bleu turquoise, un ton gris bleu et un blanc plus ou moins pur.

On trouve la *couverte* alcalino-terreuse appliquée sur les carreaux à pâte sableuse des mosquées arabes, sur quelques poteries communes à pâte marneuse, sur des tuiles à pâte argileuse et à glaçure calcaire; sur les grès communs à couverte calcaire de Treigny et de Saint-Amand; sur les grès fins à couverte terreuse du Moutet; sur la porcelaine ordinaire de Sèvres, de Chine et de Saxe.

4. — GLAÇURES COLORÉES, OU ÉMAUX

Nous avons dit précédemment que toutes les glaçures transparentes ou opaques, comprises dans les cinq groupes du tableau 13, peuvent être colorées ou non.

La glaçure incolore est employée sur les poteries, lorsque leur pâte est colorée, soit naturellement, soit artificiellement, de nuances agréables, uniformes, ou variées, ou lorsqu'elle est décorée de peintures appliquées sur cru, sur dégourdi ou sur biscuit. Ce vernis incolore a pour effet d'aviver les couleurs, de les faire adhérer à la pâte, et de les conserver indéfiniment sous un enduit à la fois transparent et dur. Ainsi se pratique ce qu'on appelle la *peinture sous glaçure*; ainsi, pour ne pas quitter l'industrie du bâtiment, des tuiles cuisant d'un beau rouge uniforme, n'ont besoin, pour être vernissées, que d'une glaçure incolore et transparente, qui en exaltera la couleur rouge en lui donnant un vif éclat; ce seront des *tuiles vernissées*.

Mais, lorsque la pâte de la poterie est mate et blanche, soit par elle-même, soit par la pose d'un engobe, on peut la recouvrir d'une *glaçure transparente et colorée*, qui produit aux yeux le même effet qu'une glaçure incolore appliquée sur une pâte colorée, car elle fait briller la pièce de tout l'éclat de sa couleur propre. Ainsi, pour conserver l'exemple adopté ci-dessus, les tuiles qui cuiront blanc pourront recevoir une glaçure transparente d'une couleur quelconque; elles seront brillamment colorées de la couleur du vernis : ce seront encore des *tuiles vernissées*.

Enfin, si l'on veut dissimuler, autrement que par un engobe coloré, la couleur désagréable ou irrégulière d'une pâte, on emploie une *glaçure opaque colorée*, c'est-à-dire ce que l'industrie appelle un *émail coloré*. Des tuiles ainsi traitées seraient des *tuiles émaillées*.

Les glaçures colorées peuvent donc être opaques et transparentes; dans le premier cas, ce sont des *émaux*; dans le second, ce sont des *vernissés*, suivant les appellations de l'industrie; mais l'usage, ce contemp-

leur éternel des conventions de la science, n'a pas consacré ces définitions, et il appelle indistinctement *émail* toute glaçure colorée, qu'elle soit opaque ou transparente. Ainsi, les tuiles colorées et vernissées qui remontent au XIII^e et XIV^e siècles, et qui brillent encore aujourd'hui sur nos vieilles cathédrales, sont appelées par beaucoup des *tuiles émaillées*.

D'ailleurs, M. Salvétat, dans ses *Leçons de céramique*, n'a pas hésité à définir l'émail, non pas suivant les conventions de l'industrie, mais suivant celles de l'usage, et il appelle *émail* toute matière vitreuse, transparente ou non, colorée par des oxydes maintenus à l'état de dissolution. De là le sous-titre d'*émaux* donné à ce chapitre, concurremment avec celui de *glaçures colorées*.

On prépare les glaçures colorées, soit en faisant fondre ensemble l'oxyde ou les oxydes colorants avec les éléments de la glaçure incolore, soit en mélangeant simplement l'oxyde colorant à la glaçure blanche finement broyée; puis on les applique sur les poteries par saupoudration, immersion, ou arrosage, tous procédés que nous avons décrits à propos des glaçures incolores.

Quant aux oxydes employés, ce sont les suivants :

Oxyde de fer, donnant du jaune, du rouge, du brun;

Oxyde de manganèse, donnant du violet ou du brun;

Oxyde de cuivre, donnant du vert;

Oxyde de chrome, donnant du vert, du jaune ou du bleu;

Oxyde de cobalt, donnant du bleu.

Puis, des mélanges dosés de ces oxydes donnent d'autres couleurs. Ainsi le gris est donné par un mélange d'oxydes de cuivre, de manganèse, de fer et de cobalt; le noir est donné par les mêmes oxydes, mélangés en d'autres proportions que nous verrons plus loin.

Les couleurs que l'on pourra donner aux glaçures seront d'autant moins nombreuses que l'on cuira la poterie composée à une température plus élevée; car il est peu d'oxydes colorants qui puissent résister, sans se réduire, à de telles chaleurs. Ainsi, la porcelaine dure, qui cuit à 1.500 ou 1.600 degrés centigrades, ne pourra recevoir que trois nuances de glaçures, savoir : la nuance bleue donnée par l'oxyde de cobalt, la nuance verte donnée par l'oxyde de chrome, et la nuance brune donnée par un mélange d'oxyde de manganèse et d'oxyde de fer rouge; ce sont, en effet, les seuls oxydes colorants qui fondent à la température de cuisson de la porcelaine dure. La pâte de la glaçure, pour cette porcelaine, est le feldspath délayé dans l'eau avec l'oxyde colorant, et formant une *barbotine* qu'on applique, par *immersion*, sur

la pâte dégourdie. Ces glaçures ou *couvertes* sont dites *émaux dures* ou *infusibles pour fonds*.

Mais les porcelaines tendres et les faïences, qui cuisent à des températures bien inférieures à celles de la porcelaine dure, pourront recevoir une bien plus grande variété de glaçures colorées. Ces poteries sont d'abord cuites en biscuit à des températures qui varient, suivant les espèces, de 30 à 100 degrés du pyromètre de Wedgwood ; puis, sur ce biscuit, on applique une glaçure colorée, soit transparente, soit opaque, assez fusible pour se cuire à une température relativement basse, comprise entre 850 et 900 degrés centigrades. Mais il est bon de noter que ces glaçures fusibles sont toujours moins brillantes, moins dures et moins solides que les glaçures colorées de grand feu sur porcelaine dure. On les désigne ordinairement sous le nom d'*émaux fusibles pour fonds*.

Les couleurs qu'on peut donner à ces émaux fusibles, pour faïences et porcelaines tendres, sont nombreuses. Ce sont généralement, sur les faïences, des fonds en émaux stannifères blancs, jaunes, verts, bruns, violets ; pour la porcelaine tendre, des fonds en vernis plombeux, verts, jaunes, bleus, violets, turquoise verte ou bleue, jaune verdâtre, vert-pomme, lilas clair, ivoire, rose clair ou rose foncé.

Nous arrivons maintenant à la décoration des poteries par la peinture.

5. — PEINTURE DES POTERIES

Historique. — La décoration des poteries par la peinture a joué de tout temps un rôle important dans l'histoire de la céramique. C'est qu'en effet, le sentiment de l'art est inné chez l'homme, et qu'après avoir su fabriquer ses poteries et ses vases, il a voulu leur donner les formes les plus gracieuses, ce qui est l'œuvre de la sculpture, et les revêtir en même temps de riches ornements colorés, ce qui est l'œuvre de la peinture.

Ces décorations, en tant qu'œuvres d'art, ont varié naturellement selon le goût particulier de chaque nation.

Les Grecs, qui avaient reçu de l'Asie l'art de la céramique, imitent d'abord le style asiatique et représentent, sur leurs poteries, des animaux naturels ou fantastiques, des monstres, moitié hommes, moitié animaux ; des sphinx, des sirènes, des oiseaux à tête humaine, des déesses ailées ; puis, dans les fonds, des semis de rosaces, de plantes,

de fleurs. Plus tard, aux v^e et iv^e siècles avant Jésus-Christ, l'art grec, arrivé à son apogée, peint des scènes mythologiques, des processions de divinités, des scènes de combats, des courses, souvent aussi des scènes bachiques.

En Chine, on peut compter plusieurs genres d'ornementation. L'un d'eux est caractérisé par la prédominance des chrysanthèmes et des pivoines, semées et prodiguées au milieu de cartouches et de médaillons, d'arabesques et de rinceaux, d'imbrications et de bordures richement brodées de fleurs et d'or. La *famille verte*, ainsi nommée de sa couleur dominante, est décorée de scènes hiératiques ou historiques, avec des fleurs presque toutes symboliques; quelquefois aussi, ce sont des scènes champêtres, avec des rochers perdus dans des tiges fleuries d'œillets, de graminées ou de marguerites. Enfin la *famille rose* brille surtout par une décoration toute de fantaisie : ce sont de riches bordures entourant un bouquet de fleurs; ou une terrasse, sur laquelle courent des caillies, des oies, ou des chevaux, ou bien des scènes familiaires représentant des jeunes femmes qui promènent leurs enfants, des jeunes filles qui se balancent sur une escarpolette, ou qui s'offrent des fleurs, ou enfin des scènes de chasse ou de théâtre.

Les Japonais ont imité beaucoup l'ornementation chinoise, mais ils lui ont donné un cachet artistique plus élevé, ce qui tient certainement à ce qu'en Chine on applique, même aux œuvres d'art, le principe de la division du travail, qui exclut tout cachet individuel et, partant, toute originalité, tandis qu'au Japon, l'œuvre est personnelle à l'artiste, et reproduit son inspiration dans son entier développement.

Dans la Perse, on distingue aussi plusieurs genres de décoration : tantôt, ce sont des antilopes, des gazelles, des lièvres, courant sur un fond bordé d'arabesques; tantôt, ce sont des médaillons, garnis intérieurement d'arabesques, et reliés par des rinceaux d'une richesse de détails véritablement merveilleuse. Au milieu de ces ornements brillent des fleurs ornementées ou naturelles : l'œillet, la tulipe, la jacinthe, la rose, des épis garnis d'une fleurette. Assez souvent aussi, sur des fonds pâles, verts ou bleus, des cygnes, des lièvres entourent des animaux monstrueux, oiseaux à tête de femme, dragons à tête d'homme, quadrupèdes soudés à des hommes, etc.

Les Arabes, à qui leur foi religieuse interdit toute représentation d'êtres animés, y ont suppléé par des combinaisons ingénieuses et variées de figures géométriques associées à des fleurs et à des fleurons, et aussi, par ces ornements capricieux, appelés *arabesques*, et composés

de tiges, de feuillages, de fleurs, de fruits, de rinceaux, d'enroulements, et même d'animaux réels ou imaginaires, moitié fleurs et moitié animaux. Durant le moyen âge, la céramique est un art tombé qui ne se relève plus guère que par les carrelages des églises et des châteaux : la décoration en est simple, et procède des mosaïques byzantines : ce sont des triangles, des carrés, des losanges, des cercles ou portions de cercle, enfin des figures géométriques de petites dimensions, cherchant à imiter les mosaïques orientales.

L'Italie de la Renaissance, après avoir imité les motifs de l'ornementation orientale, aborde les scènes historiques ou galantes, les copies des tableaux des grands maîtres, et élève à la perfection l'art de décorer les poteries.

La France, entrée l'une des dernières dans cette lutte artistique, y conquiert bientôt un rang distingué, grâce à ses faïences de Palissy, de Nevers, de Rouen, de Marseille, et à ses porcelaines de Sèvres.

On peut reconnaître, à cette infinie variété dans les ornements, quelle importance et quel prix tous les peuples artistes ont attachés à la décoration de leurs vases et de leurs poteries.

D'un autre côté, la technique des peintures céramiques, ou, si l'on veut, leurs modes d'application, a varié beaucoup aussi suivant la nature des poteries, et surtout, suivant les connaissances chimiques des nations qui les mettaient en œuvre.

Ainsi les vases de la Grèce et de la Grande-Grèce étaient d'une pâte marneuse et ferrugineuse, et cuisaient à une température relativement basse : ils sortaient des fours avec une coloration plus ou moins rouge, imprimée par l'oxyde de fer. Impuissants à détruire cette coloration, les céramistes grecs se résignèrent à la conserver ; mais ils s'appliquèrent à travailler leur pâte, à la rendre homogène et bien fine, à soigner la cuisson, de manière à obtenir une couleur rouge uniforme et régulière, sur laquelle ils appliquaient des dessins d'un vernis noir extrêmement brillant.

Le vernis dont ils se servaient était silico-alkalin, incolore et transparent ; ils l'étendaient en couche extrêmement fine sur toute la partie réservée en rouge, et formant fond : quant au vernis noir qui composait le dessin, il avait la même composition, mais il était coloré en noir par des sulfures métalliques, et cuit à l'abri du contact de l'air.

Un peu plus tard, à la belle époque de la céramique, du v^e au iv^e siècle avant notre ère, ils changent complètement leur manière de faire : ils étendent le vernis noir en couleur de fond, de manière à ménager les figures et les ornements. Puis, des filets de rouge violacé, de jaune et

de blanc, rehaussent la peinture; mais ces couleurs ne sont pas vitrifiables, et par conséquent restent mates : ce sont moins des couleurs que des engobes argileux étendus sur la pâte.

Au moyen âge, on emploie beaucoup les engobes colorés, surtout pour les carrelages artistiques, dont nous parlerons spécialement plus loin. L'argile était moulée sous forme de carreaux carrés; puis, à l'aide d'une matrice, on y imprimait en creux l'empreinte des dessins. Après le séchage, on remplissait ces creux avec des terres de différentes couleurs; on saupoudrait la surface d'un mélange de sable et d'oxyde de plomb pulvérulent, et l'on cuisait le tout. La cuisson donnait des carreaux vernissés en jaune clair, et décorés, sous les vernis transparents, de dessins colorés de nuances diverses.

On voit qu'en Occident, les peuples de l'antiquité, comme ceux du moyen âge, n'ont guère connu et employé, pour décorer leurs poteries, que les argiles, les marnes et les ocres de différentes couleurs. Il faut arriver au seuil du xv^e siècle pour constater la découverte et l'emploi d'une foule de substances nouvelles, telles que le plomb, l'étain, le cuivre, le cobalt, l'antimoine, le zinc, le chrome, le manganèse, la craie, le quartz, etc., toutes substances qui ont modifié complètement l'art de décorer les poteries.

La première de ces découvertes a été celle de l'émail d'étain qui dissimulait, sous un enduit opaque et blanc, la couleur rouge ou brune des terres cuites : la seconde, et non moins importante découverte, a été l'application, sur cet émail blanc, de peintures en *couleurs vitrifiables*; elle est attribuée au célèbre céramiste florentin Luca Della Robbia, qui vivait au xv^e siècle.

Plus tard, au xviii^e siècle, l'art de la céramique s'enrichit encore de nouvelles substances, telles que le silice, le feldspath, le kaolin, le borax, l'acide borique, l'urane, le platine, l'or, etc. Grâce au silice, on crée la faïence fine : le feldspath et le kaolin permettent de découvrir la porcelaine, enfin le feldspath et le borax donnent des glaçures nouvelles, tandis que l'or, le platine et l'urane ajoutent encore des notes brillantes à la gamme des couleurs connues jusqu'alors.

On voit, par ce rapide exposé, que la céramique n'a été vraiment en possession de la plénitude de ces moyens que depuis le xv^e siècle, et que ce n'est qu'à cette date seulement qu'il faut faire remonter, en Occident, l'origine des progrès prodigieux que cet art a pu réaliser par l'emploi de *glaçures nouvelles*, de *couleurs vitrifiables* et de *certain métaux*. Nous avons étudié plus haut les *glaçures*; étudions maintenant les *couleurs vitrifiables* et les *métaux*.

Couleurs vitrifiables.— Les couleurs vitrifiables se composent de deux éléments : le *fondant* et le *principe colorant*.

Le *fondant* est un mélange de substances qui fondent à une température donnée, en produisant une espèce de *verre*, ou de *flux vitreux*, qui adhère, en séchant, à la glaçure ou à la pâte, et qui donne, en même temps, à la peinture cuite, un certain glacé.

Les *principes colorants* sont des oxydes ou des sels que l'on mélange intimement avec le fondant, et dont quelques-uns y sont à l'état de dissolution, lorsque la cuisson des peintures se fait à une température élevée, dite *de grand feu*. Mais la plupart des oxydes restent à l'état de mélange intime avec le flux vitreux dans les peintures de *moufle* et de *demi-grand feu*. Le fondant est donc plutôt un *véhicule* qu'un *dissolvant* de l'oxyde colorant qu'il fixe à la poterie.

Fondants. — Les substances qui servent à composer les fondants sont à peu près les mêmes que celles qui entrent, en qualité d'éléments fusibles, dans la composition des pâtes ou des glaçures. Ce sont le *sable* ou *quartz*, le *feldspath*, le *borax*, l'*acide borique*, le *nitre*, le *carbonate de potasse*, le *carbonate de soude*, le *minium*, la *litharge*, l'*oxyde de bismuth*. On voit, par là, que le fondant, obtenu par la cuisson d'un mélange de ces corps, est toujours un silicate, un borate, ou un borosilicate.

Toutes ces matières possèdent des fusibilités fort différentes, et modifient naturellement la fusibilité des mélanges dont elles font partie. De là, la possibilité d'arriver, par des dosages convenables, à produire des fondants qui cuisent à des températures données. Or c'est là un point fort important, car on conçoit que le point de fusion d'un fondant doit toujours rester inférieur, ou au plus égal, à la température à laquelle la glaçure, ou la pâte, entre elle-même en ramollissement.

Il est une autre condition fort importante à laquelle le fondant, et par conséquent la peinture, est tenu de satisfaire, c'est que sa dilatabilité soit la même que celle de la glaçure ou de la pâte qui la reçoit. Nous avons vu plus haut, du reste, que cette condition s'impose avec la même force aux glaçures par rapport aux pâtes.

D'un autre côté, parmi les substances ci-dessus, il en est, comme le borax et l'oxyde de plomb, qui avivent, il est vrai, la couleur de certains oxydes, mais qui modifient la nuance et même le ton d'autres couleurs.

Ces considérations réduisent singulièrement le nombre, en appa-

rence infini, des combinaisons de fondants qu'on pourrait former avec les substances ci-dessus.

Ainsi, la pâte et la couverte de la porcelaine, cuisant ensemble à la température extrêmement élevée de 1.500 à 1.600 degrés centigrades, on peut appliquer, sur la couverte, des *peintures de grand feu* : le seul fondant qu'on puisse employer alors est le *feldspath*, qui ne fond qu'à ce haut degré de chaleur, et qui, d'ailleurs, sert de couverte à la porcelaine dure.

Mais on peut aussi décorer la porcelaine dure de peintures qui cuisent dans des mouffes à des températures bien inférieures à la précédente, et qui n'atteignent jamais 1.000 degrés centigrades : elles sont appelées *peintures de moufle*, et s'appliquent également sur la couverte des porcelaines tendres et des faïences fines, et sur l'émail des faïences communes. Le fondant à employer pour ces couleurs ne peut plus être le *feldspath* : on prend des mélanges de *minium*, de *sable* et de *borax*, dans des proportions qui varient avec les circonstances que nous venons d'exposer.

Entre ces températures extrêmes de 1.000 et de 1.500 degrés centigrades, il en est une intermédiaire, qui ne dépasse guère 1.300 degrés, et où l'on peut appliquer des peintures sur la porcelaine et sur l'émail des faïences communes : ces peintures sont nommées *peintures de demi-grand feu*. Leur fondant se compose des mêmes éléments que pour les couleurs de petit feu : *minium*, *sable* et *borax* ; mais on en modifie convenablement le dosage, afin d'en élever la température de fusion.

Matières colorantes. — Parlons maintenant des matières colorantes. Celles qu'on a employées jusqu'à présent sont les *oxydes de chrome*, de *fer*, d'*uranium*, de *manganèse*, de *zinc*, de *cobalt*, d'*antimoine*, de *cuivre*, d'*étain*, d'*iridium*. Outre ces oxydes purs, on emploie les composés suivants : *chromate de fer*, *chromate de baryte*, *chromate de plomb*, *chlorure d'argent*, *pourpre de Cassius* (bioxyde d'étain coloré par de l'or pulvérulent), puis la *terre d'ombre*, la *terre de Sienne*, les *ocres jaunes* et *rouges*.

Mais toutes ces substances colorantes ne peuvent être employées arbitrairement dans une décoration peinte. Il en est un certain nombre, en effet, qui, employées concurremment avec d'autres, exercent sur elles des actions chimiques que le peintre décorateur doit connaître à fond, afin d'éviter des mélanges dangereux.

Il est aussi des couleurs, en assez grand nombre, qui ne pourraient

pas supporter, sans graves altérations, de hautes températures; il en est même, comme le pourpre de Cassius, qui s'altèrent à des températures relativement basses, ce qui oblige à calculer la composition des autres matières colorantes, de manière à ce qu'elles n'exigent pas, pour leur fusion, le degré de chaleur qui détruirait la couleur la plus altérable.

Il suit de là que les couleurs dites de *grand feu*, ou *couleurs dures*, sont beaucoup moins nombreuses que les autres. En outre, elles présentent sur elles le double avantage de posséder une plus grande résistance, et de pouvoir se prêter, sans se ramollir, à la dorure métallique. Au nombre des couleurs de grand feu, nous citerons : l'*oxyde de cobalt*, qui donne les bleus; l'*oxyde de chrome*, qui donne les verts, et qui, mêlé à l'oxyde de cobalt, donne les verts bleus; l'*oxyde de fer*, l'*oxyde de manganèse*, et le *chromate de fer*, qui donnent les bruns; l'*oxyde de titane*, qui donne les jaunes; l'*oxyde d'uranium*, qui donne les noirs, etc.

Les couleurs que nous citons ici ne sont pas en suspension, mais bien dissoutes dans le fondant, qui est toujours le *feldspath*; ce sont des émaux colorés plutôt que des couleurs.

Les *couleurs de moufle*, qui sont aussi appelées *couleurs tendres*, sont infiniment plus nombreuses que les couleurs dures, et offrent à l'artiste une palette extrêmement variée, qui comprend toutes les substances colorantes dont nous avons donné ci-dessus la nomenclature; elles s'appliquent, non seulement sur les porcelaines dures et tendres, mais encore sur les faïences fines et communes.

Quant aux *couleurs de demi-grand feu*, ou *couleurs demi-dures*, elles sont plus résistantes que celles de moufle; elles se cuisent cependant au moufle, mais à une température beaucoup plus élevée. Leur avantage principal, c'est qu'elles peuvent recevoir, après leur cuisson, d'autres couleurs, puis la dorure, le platinage, etc., sans qu'on soit obligé, comme pour les couleurs tendres, de gratter la couleur de fond, opération toujours longue et difficile, qui rend très coûteuses les dorures sur couleurs de moufle.

Ces couleurs, du reste, s'emploient, comme les couleurs tendres, sur les porcelaines et sur les faïences fines et communes. Appliquées à ces dernières, elles sont souvent désignées sous le nom de *couleurs dures de faïence*, parce qu'elles cuisent précisément à la température où l'émail stannifère entre en fusion, c'est-à-dire vers 1.330 degrés centigrades, et qu'elles constituent ainsi, pour ces faïences, les peintures de grand feu.

Il nous faudrait tout un volume pour donner toutes les recettes em-

ployées dans les diverses peintures; elles varient, en effet, à l'infini, suivant la nature des poteries, suivant les nuances à obtenir, et enfin, suivant la température à laquelle on est obligé de cuire, pour tenir compte à la fois du degré de fusion de la glaçure et du degré d'altération de certaines couleurs de petit feu. Dans l'impossibilité matérielle de tout donner ici, nous nous en tiendrons aux principes généraux que nous venons de résumer, et nous passerons à la préparation des fondants et des couleurs.

Préparation des couleurs. — Lorsqu'on a déterminé le dosage des éléments qui doivent composer un fondant, on commence par les broyer finement, afin d'en faciliter la combinaison; puis, on en fait un mélange intime, qu'on fond dans un creuset, et qu'on coule sur une plaque de métal, aussitôt que la fusion est complète. On obtient ainsi une espèce de verre, qu'on broie en poudre fine et que l'on conserve avec soin.

Quant aux oxydes et autres substances colorantes, on les prépare, industriellement, au moyen de procédés chimiques que nous ne pouvons exposer. Mais ils sont toujours réduits en poudre avant d'être employés à la peinture.

Après que les fondants et les couleurs sont finement broyés, on les mélange intimement ensemble, en proportions déterminées, puis on les délaye, sur une plaque de verre dépoli, avec de l'essence de lavande ou de térébenthine, et l'on peint avec ces couleurs au moyen d'un pinceau, comme dans la peinture à l'huile.

Un autre procédé plus expéditif consiste, au lieu de préparer séparément le fondant et le principe colorant, à fabriquer immédiatement la couleur propre à être employée. Il suffit, pour cela, de mélanger, dans un creuset, les éléments dosés du fondant et de la couleur, puis de fondre et de couler le tout. On obtient ainsi, tout d'une pièce, la couleur qu'on emploie, comme plus haut, en la délayant dans l'essence de lavande ou de térébenthine.

Les pièces qui ont reçu leurs décorations colorées sont enfermées dans de grandes *cazettes* ou *mouffles*, qu'on chauffe au moyen d'un fourneau particulier. Ces mouffles sont munis d'un orifice à leur partie supérieure, afin de livrer une issue aux vapeurs dégagées par l'essence qui imprègne les pièces. Ils sont généralement accolés, et disposés en ligne sous une même cheminée. Les pièces sont isolées les unes des autres, et souvent, lorsque leurs dimensions le permettent, on dispose, dans l'intérieur du moufle, un étage intermédiaire soutenu par des sup-

ports en biscuit. C'est le bois qui est employé généralement au chauffage des mouffes. On surveille attentivement le feu, dont la température est indiquée par des *montres* spéciales : il ne doit pas dépasser le degré de chaleur auquel les couleurs se fondent et prennent de l'adhérence avec les poteries.

Position des couleurs. — Les peintures peuvent occuper deux positions sur une poterie, car on peut les appliquer *sous la glaçure* ou *sur la glaçure*.

Peinture sous glaçure. — Dans la peinture sous glaçure, la couleur peut être posée sur la pâte à l'état *cru*, à l'état de *dégourdi*, ou à l'état de *biscuit*.

Lorsqu'elle est appliquée sur la pâte *cru*e avant toute cuisson, on se contente, le plus souvent, de délayer les oxydes dans de l'eau, puis on cuit ensemble la peinture et la poterie, qui prennent une adhérence convenable. Une glaçure incolore et transparente achève de fixer la peinture et d'aviver les couleurs. On n'obtient guère, par ce moyen, que des dessins grossiers où les couleurs ne présentent pas toujours les tons convenables.

La peinture sur pâte simplement *dégourdie* (c'est le cas de la porcelaine) exige des précautions particulières, à cause de l'action absorbante d'une surface éminemment poreuse. Il convient, alors, d'enduire préalablement la pièce *dégourdie* d'une couche très mince de vernis, qu'on laisse sécher, et qui détruit toute porosité. Lorsque la peinture est appliquée sur ce vernis comme à l'ordinaire, on la laisse sécher, puis on passe la pièce au moufle afin de détruire entièrement le vernis, qui empêcherait la glaçure d'adhérer à la poterie. On termine enfin l'opération en recouvrant la poterie de sa couverte, et en la faisant cuire, bien encastée, avec les autres porcelaines, dans les fours au grand feu. Telle est la méthode employée pour exécuter les peintures en bleu sous la couverte.

Les peintures sur *biscuit* ne réclament plus les mêmes précautions, car le biscuit n'est nullement poreux dans les grès cérames et dans les porcelaines, et il l'est fort peu dans les faïences fines. Il suffit de délayer les couleurs dans l'essence de lavande ou de térébenthine, et de les étendre au pinceau. Seulement, la couleur doit être ici mélangée avec son fondant, pour adhérer parfaitement à la pâte; sans quoi, l'oxyde pourrait rester pulvérulent et se détremper dans la glaçure, au moment de son application sur la poterie par arrosage ou par immersion.

Du reste, il faut rejeter tous les oxydes colorants qui se dissoudraient dans la glaçure.

Il est un autre procédé fort employé pour décorer les poteries sous la glaçure : c'est le *procédé par impression*, beaucoup plus rapide et plus économique que le travail au pinceau. Dans cette méthode, on grave le dessin, à l'eau-forte ou au burin, sur une planche de métal, en cuivre ou en acier. Ce dessin est transporté, au moyen d'une couleur grasse, sur une feuille de papier, puis décalqué sur la poterie, après qu'on a humecté le revers de la feuille. On comprime le papier sur la pièce au moyen d'une roulette, afin que le dessin reste sur la pâte. Ensuite on brûle l'essence dans un moufle, et on n'a plus qu'à appliquer la glaçure sur les poteries par les procédés ordinaires.

Ce sont deux Anglais, John Sadler et Green, qui inventèrent ce procédé vers l'année 1750. Les résultats, sans être encore parfaits, étaient assez satisfaisants déjà, puisque Wedgwood s'était entendu avec les deux inventeurs pour l'ornementation de ses produits, et qu'il leur envoyait de Burslem à Liverpool les faïences fines qu'il avait à décorer. Ajoutons que, depuis 1806, cette méthode a reçu, en France, des perfectionnements considérables. Aujourd'hui, les belles fabriques de Creil, de Montereau, de Choisy, de Chantilly, de Bordeaux, de Sarreguemines, de Lunéville, de Toulouse, etc., appliquent cette méthode en grand pour décorer leurs faïences fines de dessins bleus, bruns, noirs et roses.

Peinture sur glaçure. — La peinture sur glaçure est d'un usage plus général. Elle est employée pour décorer les faïences fines et communes, aussi bien que les porcelaines dures et tendres. On l'applique au pinceau sur l'émail des faïences communes, sur la glaçure des faïences fines et sur la couverte des porcelaines. L'oxyde, ou le principe colorant, est toujours accompagné de son fondant, qui a pour fonction de faire adhérer la couleur à la glaçure, et, en même temps, de lui donner un certain glacé.

Nous avons vu plus haut à quelles conditions de fusibilité et d'inaltérabilité les couleurs doivent satisfaire pour s'appliquer avec succès sur les glaçures : nous n'y reviendrons pas ici ; mais nous devons faire remarquer que les faïences communes, après avoir reçu la peinture sur leur émail d'étain, sont recouvertes le plus souvent d'une légère glaçure incolore et très fusible, afin d'aviver encore leurs couleurs : c'est le cas des anciennes majoliques italiennes.

Ajoutons aussi que les carreaux de faïence commune, employés pour

recouvrir les fourneaux de cuisine, reçoivent, sur leur émail d'étain, les dessins bleus qui les décorent, au moyen de la méthode expéditive de l'impression.

Nous n'insisterons pas davantage sur la peinture appliquée par-dessus les glaçures. Elle est assez répandue pour être bien connue; car la peinture de moufle, en couleurs tendres surtout, fournit à une foule d'artistes, hommes et femmes, un passe-temps agréable et, plus souvent encore, une ressource utile. On trouve dans le commerce des assortiments complets de couleurs vitrifiables, broyées à l'essence, enfermées dans des tubes, et prêtes à l'emploi. La maison Lacroix surtout, située à Paris, 186, avenue Parmentier, s'est fait une véritable spécialité de la fabrication des couleurs vitrifiables, en tubes, appropriées à la porcelaine dure ou tendre, et à la faïence fine ou commune. On les applique au pinceau sur les glaçures et on les fait cuire au feu de moufle. Si la peinture, après cette cuisson, présente quelques défauts, on peut la retoucher et la recuire une fois, deux fois même. Mais les feux de retouche doivent être de plus en plus faibles afin de ne pas altérer les couleurs déjà posées. Ainsi le premier feu de peinture, appelé souvent *feu d'ébauche*, comporte environ 800 degrés; le feu de première retouche est d'environ 700 degrés; celui de deuxième retouche, de 600 degrés seulement.

Métaux. — Les métaux dont on a tiré parti dans la décoration des poteries sont l'or, l'argent, le platine, le cuivre et le plomb : les trois premiers, surtout, sont entrés depuis longtemps dans la pratique.

Les métaux, pour être appliqués sur les glaçures des poteries, doivent être malléables, brillants et inaltérables à l'air et au feu. Sous ces conditions, ils produisent des effets très riches et très variés suivant leur mode d'emploi : ils sont étendus en *grande* ou en *faible* épaisseur.

Dans le *premier cas*, ils donnent des dessins mats qu'on rend brillants en les frottant avec un corps dur, appelé *brunissoir*, et qui n'est autre chose que l'*agate* ou l'*hématite brune*, qui reçoit alors le nom de *sanguine*.

Dans le *second cas*, ils sont appelés *lustres* et reçoivent leur brillant, non plus du brunissoir, mais directement du feu de moufle. Ainsi posés en très faible épaisseur, ils produisent ces riches chatoiements irisés dont les Italiens et les Maures d'Espagne excellaient à embellir leurs faïences.

Pour obtenir la *métallisation* d'une poterie en *grande épaisseur*, on réduit d'abord le métal à l'état de précipité, ou poudre extrêmement

fine, à l'aide de procédés chimiques qu'il serait trop long de décrire; ensuite, cette poudre, additionnée de son fondant spécial, est délayée dans l'essence de lavande ou de térébenthine, et appliquée sur la glaçure, soit au pinceau, soit par l'impression. Puis on cuit le métal au feu de moufle, à une température inférieure à celle où fondrait la glaçure. Ainsi le feu d'or mat est de 1.000-degrés centigrades; celui des *filets d'or* est de 900 degrés; celui de l'or *en coquille* est de 500 degrés seulement. Après la cuisson, on passe au brunissoir les parties qui doivent présenter le brillant métallique.

Quant au *lustre*, ou métallisation des poteries sous une *très faible épaisseur*, on l'obtient en employant des dissolutions huileuses qui ne contiennent qu'une quantité relativement légère des métaux employés. Ces dissolutions, amenées à l'état visqueux, sont délayées, avec leur fondant spécial, dans l'essence de térébenthine ou de lavande, et étendues au pinceau sur les glaçures. On préfère, pour les fonds, l'essence de lavande, et celle de térébenthine pour la peinture. On peut toujours, en grattant, ou mieux en délayant la couleur dans l'huile de lin, enlever certaines parties peintes, et y ménager des réserves. On opère la cuisson, comme plus haut, dans des mouffles où le métal, après l'évaporation des essences et des huiles grasses, se fixe à la glaçure au moyen de son fondant.

Tout le monde connaît les *lustres d'or* à reflets roses et jaunâtres. Ceux d'*argent* ont des reflets jaunâtres; le *lustre cantharide*, qui reproduit les couleurs chatoyantes des mouches cantharides, n'est pas autre chose que le lustre jaune d'argent lui-même appliqué, non plus sur une glaçure blanche, mais sur une glaçure bleue : la superposition, par couches extrêmement minces, des couleurs jaune et bleue reproduit le ton verdâtre et si brillant des cantharides.

On obtiendrait des irisations de couleurs différentes en faisant varier la couleur de la glaçure.

Le *lustre de cuivre* produit, comme le lustre d'or, ces reflets roses, rouge rubis et jaunâtres, qu'on admire tant sur les anciennes faïences hispano-mauresques et sur les majoliques italiennes de Pesaro, de Chaffagiolo, de Gubbio et de Deruta. Les anciens procédés du temps de la Renaissance sont perdus; mais on arrive aisément à reproduire aujourd'hui ces irisations en brûlant, dans un moufle, un papier contenant de l'oxyde de cuivre : la simple volatilisation de cet oxyde est suffisante pour laisser déposer sur la glaçure un lustre extrêmement brillant.

Nous terminons ici les notions générales qui gouvernent l'art de dé-

corer les poteries, soit dans leur pâte, soit dans leur glaçure, soit enfin par des peintures appliquées par-dessus ou par-dessous la glaçure. Il y aurait encore, on le comprend, bien des détails à donner par le menu, bien des recettes de glaçures ou de couleurs à formuler, bien des pages intéressantes à écrire; mais ce rapide exposé des principes généraux nous paraît suffisant pour rendre plus facile la compréhension des méthodes adoptées pour la décoration des quelques produits spéciaux dont nous devons nous occuper; sans compter qu'il nous évitera des digressions et des redites toujours fatigantes pour le lecteur. Cela dit, nous allons étudier successivement les *briques et tuiles vernissées*, les *carrelages céramiques*, enfin les *faïences décoratives*, trois produits qui relèvent de l'industrie du bâtiment et qui acquièrent chaque jour une plus grande importance.

6. — BRIQUES ET TUILES VERNISSÉES

Historique. — Nous avons dit que le vernissage des briques et des tuiles remonte à la plus haute antiquité. Les briques vernissées de Ninive et de Babylone datent très probablement du deuxième empire assyrien, qui se place entre les années 759 et 625 avant Jésus-Christ.

D'après M. Jacquemart, qui a parcouru ces contrées en artiste compétent, ces briques sont en terre d'un blanc jaunâtre un peu rosé; elles sont enduites d'une glaçure alcalino-terreuse, composée d'un silicate alcalin d'alumine, sans trace de plomb ni d'étain. La surface de la brique n'est pas recouverte partout; réservée dans certains points, elle ajoute, par sa couleur carnée, à la variété des dessins où dominent le bleu turquoise des Égyptiens, un ton gris bleuté peu déterminé, mais plus foncé que la tinte céleste, et un blanc plus ou moins pur, rehaussé de quelques points jaunâtres dus, sans doute, à une ocre ferrugineuse.

Des rosaces, des palmettes, des oves, des dessins symétriques caractérisent le style général, non seulement des briques babyloniennes, mais encore des fragments céramiques recueillis en Phénicie, en Assyrie, en Arménie, en Médie et jusque dans la Perse antique. On ne saurait s'étonner de cette uniformité de décoration, car l'empire assyrien domina fort longtemps dans toutes ces contrées, de sorte que tous leurs monuments ont emprunté leurs caractères à l'art assyrien, plutôt qu'à l'art égyptien.

C'est ainsi qu'en Médie, le château d'Ecbatane avait sept enceintes

superposées et crénelées, revêtues d'un enduit de sept couleurs différentes, qui recouvrait probablement des briques. Ainsi encore, la ville et le palais de Suse, en Perse, étaient d'architecture babylonienne, à en juger par les témoignages de l'histoire, et par les amas de briques, colorées souvent, que l'on trouve dans ces ruines.

En pleine Mésopotamie, Kennet Loftus a visité les ruines de Warka, qui semble avoir été l'immense nécropole des générations chaldéennes. D'innombrables cercueils, empilés les uns sur les autres, à une hauteur de 45 pieds, sont tous en terre cuite enduite d'un vernis de couleur verte, et ornée de figures de guerriers en relief.

Des terres cuites à reliefs, vernissées en beau vert, ont été retrouvées à Tarse en Cilicie (Asie Mineure) par M. Langlois.

Les Grecs et les Romains ont certainement connu, mais n'ont guère pratiqué l'art de vernisser les briques et les tuiles.

Il faut arriver au ^{xiii}^e siècle pour trouver des terres cuites vernissées. C'est en effet à Troyes, vers l'année 1220, que le vernis plombifère apparaît, pour la première fois, sur des épis en terre cuite dont on couronnait la pointe des pignons et des croupes, et qui faisaient alors, en Champagne, l'objet d'une fabrication courante. On sait, d'ailleurs, que la Champagne et la Bourgogne ont été renommées, au moyen âge, pour l'excellence de leurs briques et de leurs tuiles.

Aussi, durant les ^{xiii}^e, ^{xiv}^e et ^{xv}^e siècles, on vernissa fréquemment les briques employées dans les pans de bois, et les tuiles qui couvraient les églises et les principaux monuments. Seulement on avait soin de ne vernisser que le pureau des tuiles.

Les tuiles avaient chacune leur couleur propre, et on les posait sur les chevrons de manière à former une mosaïque. Les couleurs adoptées étaient : le rouge, le noir, le blanc jaunâtre, le jaune et le vert. On procédait par engobes en terres de couleurs appliquées sur le pureau ; puis on recouvrait le tout d'un vernis plombifère incolore, afin d'exalter la couleur du fond et de la bien protéger contre toute influence atmosphérique.

On peut voir encore beaucoup de nos cathédrales ainsi couvertes : celle de Troyes, l'une des premières, reçut, au ^{xiii}^e siècle, une couverture en tuiles vernissées, formant une mosaïque de couleur rouge, noire et blanc jaunâtre.

Ces engobes et ces glaçures du ^{xiii}^e siècle ont en général résisté au temps, excepté toutefois les tons jaunes et verts qui se sont altérés.

Cette industrie se maintint prospère durant les ^{xiii}^e, ^{xiv}^e et ^{xv}^e siècles.

cles. A partir de la fin du xv^e siècle, elle ne fit plus que décroître jusqu'aux premières années de notre siècle.

Procédés actuels de verhissage. — Aujourd'hui, les produits dont nous nous occupons, briques et tuiles, sont certainement, parmi tous les produits céramiques, ceux qui ont le moins de valeur vénale. Aussi le fabricant est-il tenu, s'il veut les décorer, d'employer les modes de décoration les plus économiques. Or la seule qu'ils comportent, eu égard à leur bas prix et à leur destination architecturale, est certainement la glaçure colorée; c'est, en effet, la seule qu'on ait songé de tout temps à leur donner.

Quant à la glaçure elle-même, on la choisit transparente et jamais opaque, car l'étain est un métal encore trop coûteux pour qu'on emploie l'émail stannifère. On a vu, d'ailleurs, que cet émail ne peut s'appliquer, sans tressaillure, que sur des pâtes très riches en calcaire, et que cette condition l'exclut du plus grand nombre de ces produits, qui sont surtout argileux ou sableux.

Ce point établi, voyons quelles couleurs on peut donner aux glaçures, en n'oubliant pas que ces glaçures, étant transparentes, laissent apercevoir la couleur de la pâte. Or les briques et les tuiles prennent, à la cuisson, des nuances diverses, suivant la composition des terres : elles cuisent blanc avec l'argile pure; rouge ou jaune, avec des terres ferrugineuses; brun, avec des terres riches en fer et en manganèse.

Si la pâte cuite est d'un beau blanc après la cuisson, on peut y appliquer un vernis d'une couleur quelconque.

Si la tuile est rouge, jaune ou brune, et qu'on veuille la vernir en lui conservant sa couleur naturelle, il faut absolument que la nuance soit bien répartie, bien régulière, égale à elle-même en tous points et sur tous les produits : si elle remplit ces conditions, on la recouvre d'un vernis incolore.

Mais souvent la couleur des produits n'est pas bien franche après la cuisson; elle est mélangée désagréablement de nuances différentes qui la bariolent et la salissent. Comment vernisser de tels produits? comment, aussi, vernisser en jaune, en noir, en bleu, des produits qui cuisent d'une autre couleur?

Ici se produit la loi des couleurs vues à travers des verres colorés. Sur une terre noire ou brune, tous les vernis paraîtront noirs; sur une terre jaune ou grise, les vernis verts et bleus tourneront au noir, et le vernis jaune se foncera; sur une terre rouge, un vernis vert ou bleu

semblera noir. On voit, par là, que, dans ces conditions, il est impossible d'obtenir des tuiles vernissées d'un ton donné.

Mais il est deux procédés qui permettent de tourner cette difficulté : le premier consiste à recouvrir chaque pièce d'un engobe blanc, sur lequel on applique un vernis d'une couleur quelconque ; le second, au contraire, consiste à appliquer un engobe coloré préalablement de la couleur voulue dans toute sa masse, et à recouvrir cet engobe coloré d'un vernis incolore. Ces frais d'engobage élèvent naturellement le prix des tuiles vernissées qui nécessitent cette opération.

L'engobe blanc n'est autre chose qu'une couche d'argile blanche ou réfractaire, dont on enduit la pâte, aussitôt qu'elle est assez ferme pour qu'on puisse la manipuler. Quand au vernis de couleur, il est posé, soit sur le produit cru, mais parfaitement sec, soit sur le produit cuit, c'est-à-dire à l'état de biscuit. Dans le premier cas, la pièce, l'engobe et le vernis cuisent ensemble et d'une seule fois ; dans le second cas, il faut deux cuissons, l'une pour la pâte, l'autre pour l'engobe et la glaçure, qui cuisent à une température moins élevée.

Les engobes colorés sont *naturels* ou *artificiels*.

Les premiers sont des substances terreuses qui contiennent naturellement des oxydes colorants, et qu'il suffit de délayer dans l'eau, pour en séparer les parties sableuses : c'est le cas des ocres ; ainsi les engobes rouges sont produits par des argiles ocreuses jaunes, ou par des argiles rouges. On sait, d'ailleurs, que les argiles sont colorées en jaune par le sesquioxyde de fer *hydraté* (*hématite brune* ou *limonite*), et qu'ils le sont en rouge par le sesquioxyde de fer *anhydre* (*hématite rouge*, ou *sanguine*). A la cuisson, le sesquioxyde hydraté perd son eau d'hydratation, pour devenir un sesquioxyde anhydre, qui donne une coloration rouge avec l'atmosphère ordinairement oxydante des fours.

Les engobes colorés artificiellement se préparent de la même manière que les pâtes colorées dont nous avons parlé plus haut, c'est-à-dire en broyant, fondant ou frittant les oxydes colorants avec une substance antiplastique (quartz, sable ou feldspath), et en mélangeant le tout avec une argile blanche. Ils s'appliquent ensuite sur les produits dans les mêmes conditions que les engobes incolores.

Il est très important de faire remarquer que, pour réussir, un engobe doit être en parfait rapport de fusibilité d'adhérence et de dilatation, non seulement avec la pâte, mais encore avec la glaçure. Aussi chaque terre exige-t-elle une composition spéciale d'engobe et de glaçure.

Ajoutons qu'en général la glaçure a bien plus de brillant, posée sur un engobe, qu'appliquée sur la pâte, et surtout sur les pâtes calcaires

tirées des marnes vertes ou grises du bassin de Paris. Le vernis sur pâte y est toujours mat sans éclat, et souvent tressaillé; tandis que, posé sur un engobe, il est brillant, bien glacé, sans tressaillure, et bien plus beau que sur les pâtes plastiques, qui prennent trop de retrait.

L'application du vernis sur la pâte crue serait certainement économique; mais elle n'est pas toujours possible; elle exige, en effet, une pâte à la fois bien sèche et supportant, sans se fendre, l'humidité du vernis. Or, il est bien rare, excepté dans le Midi, d'avoir un soleil assez chaud et assez persistant pour amener les pâtes au degré voulu de siccité. L'autre condition, non plus, ne se trouve pas toujours remplie, car il est beaucoup de pâtes qui, même bien séchées, se fendent aussitôt que l'humidité du vernis les a pénétrées. D'un autre côté, si l'on essaye de poser le vernis sur la pâte encore humide, celle-ci prend, en séchant, plus de retrait que le vernis, qui, dès lors, se lève en écailles et tombe.

C'est naturellement dans le Midi qu'on trouve le plus de fabriques où la glaçure soit appliquée sur cru. Dans le nord, où le soleil est rare, et les brumes trop fréquentes, on ne peut jamais avoir de pâte assez sèche, et l'on est forcé de poser la glaçure sur biscuit.

Quant aux glaçures elles-mêmes, elles peuvent être composées sans plomb, mais, généralement, elles sont plombifères à base d'alquifoux (sulfure de plomb) ou de minium (plombate de plomb).

Brongniart a donné les deux formules suivantes pour des glaçures incolores et sans plomb :

1	Sel marin	40	100
	Sel de nitre	22	
	Potasse	22	
	Verre pilé	16	
2	Sel de nitre	20	100
	Potasse	20	
	Verre pilé	20	
	Silex en poudre	20	
	Sel marin	10	
	Argile	10	

On fritte ensemble, et l'on broie les éléments de chaque glaçure.

Le vernis n° 1 contient peu de silice, et s'appliquera de préférence sur les pâtes sableuses qui lui fourniront cet élément. Le vernis n° 2 introduit lui-même la silice dont il a besoin, et peut s'appliquer sur les pâtes marneuses ou argileuses.

Le savant Chaptal a donné aussi des formules de vernis sans plomb.

L'une d'elles consiste à tremper la poterie dans de la terre de Marviel délayée dans l'eau, à la faire sécher, puis à la tremper dans une eau contenant en suspension du verre porphyrisé. La cuisson fond ces éléments en une glaçure alcalino-terreuse qui forme un vernis incolore et très économique.

Une autre formule consiste à tremper les produits bien secs dans une dissolution fortement chargée de sel marin, et à soumettre le tout à la cuisson : ce vernis incolore et silico-alcalin exige une poterie siliceuse, qui puisse fournir au sel marin la silice qui lui manque pour composer le silicate.

Le même chimiste obtenait un vernis très noir, en projetant de la poussière de charbon de terre dans un four à poterie chauffé au blanc, et en fermant, en même temps, tous les carneaux.

Dans le même ordre d'idées, on peut donner aux tuiles une couleur simplement grisâtre, en jetant sur le charbon incandescent des branches de bois vert, au moment où la cuisson est terminée, et où les tuiles sont encore portées au rouge. On ferme avec soin toutes les ouvertures du four. La fumée du bois vert produit un charbon très divisé qui colore en gris la masse des tuiles.

Composition de quelques vernis plombifères. — Mais les vernis à base de plomb sont certainement les plus employés pour les produits qui nous occupent, et les composés plumbeux dont on fait usage sont, surtout, l'alquifoux et le minium.

Voici des formules de glaçures plombifères très fréquemment employées. Pour les rendre comparables entre elles, nous les avons rapportées à un poids total de 100 kilogrammes. (Voir tableau n° 14.)

L'alquifoux coûte moins cher que le minium, à poids égal ; mais, en revanche, il donne environ moitié moins de vernis ; aussi, malgré les frais de main-d'œuvre et de double cuisson, le vernis au minium n'est-il pas plus coûteux que le vernis à l'alquifoux appliqué même sur cru ; cette différence s'accroît davantage encore avec les terres qui exigent un engobe pour recevoir l'alquifoux.

Le grand défaut du minium, c'est de constituer un poison fort dangereux pour les ouvriers ; sous ce rapport l'alquifoux présente sur lui l'avantage précieux d'incommoder relativement très peu les ouvriers. Malheureusement, il paraît bien difficile d'éviter ou de remplacer le minium dans l'opération du vernissage.

Les couvertures en tuiles vernissées exigent une pente beaucoup

plus forte que celles en tuiles ordinaires à emboîtement. Ainsi, tandis qu'une pente de 0°,50 à 0°,60 par mètre est très convenable pour ces dernières, il faut aller jusqu'à 1°,00 et 1°,75 par mètre pour les tuiles vernissées, ce qui correspond à un angle avec l'horizon de 45 à 60 degrés.

La cause en est due aux tressaillures, inévitables dans les glaçures de ces terres cuites, et dont nous avons donné plus haut l'explication. Or, si l'eau de pluie n'est pas rejetée rapidement hors du toit par une forte pente, elle a le temps de s'introduire, par les craquelures, dans le corps de la tuile, et la fait écailler plus tard, à l'époque des gelées.

Ajoutons, d'ailleurs, que le choix des tuiles vernissées de la part de l'architecte implique un effet à produire, et, par suite, un style architectural qui commande un toit incliné.

TABLEAU 14. — COMPOSITION DE QUELQUES VERNIS
PLOMBIFÈRES

COULEUR DU VERNIS.	VERNIS A L'ALQUIFOUX.	VERNIS AU MINIMUM.
Vernis incolore . . .	Alquifoux 80	Minium 67
	Sable blanc 12	Sable blanc 24
	Argile blanche 8	Argile blanche 9
Vernis jaune	Alquifoux 78	Minium 63
	Sable blanc 11	Sable blanc 23
	Argile blanche 8	Argile blanche 9
	Minium 3	Sulfate de fer 5
Vernis brun	Alquifoux 78	Minium 60
	Sable 10	Terre franche 33
	Argile blanche 6	Sulfate de fer 5
	Minium 3	Manganèse 2
	Oxyde de manganèse . 3	
Vernis noir	Alquifoux 77	Minium 58,6
	Sable 8	Terre franche 32,2
	Argile blanche 6	Sulfate de fer 4,6
	Oxyde de fer 3	Manganèse 2,3
	Oxyde de manganèse . 3	Sulfate de cuivre . . . 2,3
	Sulfate de cuivre . . . 3	Oxyde noir de cobalt. 0,04
Vernis vert	Alquifoux 76	Minium 63
	Sable blanc 12	Sable blanc 23
	Argile blanche 6	Argile blanche 9
	Sulfate de cuivre . . . 6	Sulfate de cuivre . . . 5
Vernis bleu	Alquifoux 81,0	Minium 66,5
	Sable blanc 12,2	Sable blanc 23,9
	Argile blanche 6,5	Argile blanche 9,3
	Oxyde noir de cobalt. 0,3	Oxyde noir de cobalt. 0,3

Le prix de ces couvertures est sensiblement plus élevé que celui des couvertures en tuiles ordinaires à emboîtement; cette plus-value dépend, du reste, de la couleur du vernis. On peut admettre, en général, que le prix du millier de tuiles ordinaires est augmenté de 55 % si elles sont ardoisées, de 80 % si elles sont vernies rouge ou noir, et de 160 % si le vernis est blanc, bleu, vert ou jaune.

Le prix des briques vernies est aussi fort élevé, d'autant plus qu'on ne prend, pour les vernir, que des briques de premier choix, dites briques de parement. On ne vernit, d'ailleurs, que les faces apparentes, c'est-à-dire une ou deux faces au plus.

CHAPITRE DEUXIÈME

CARRELAGES CÉRAMIQUES

Historique. — Les Romains n'employaient guère les carrelages céramiques pour leurs salles : il leur fallait des dallages de marbre, ou de pierre, ou des carrelages mosaïques composés d'une infinité de petits cubes de marbres de couleurs variées. La brique était laissée aux pavages les plus communs.

Dans la Gaule, à l'époque mérovingienne, on conserva quelque temps la tradition romaine des mosaïques de marbre; mais les marbres sont rares au nord de la Loire; d'un autre côté, l'ordre si parfait de l'empire romain avait fait place au désordre importé par les barbares du nord; les relations commerciales de la Gaule avec l'Espagne et l'Italie, ces deux patries des beaux marbres, avaient à peu près cessé, faute d'une sécurité suffisante. Il fallut renoncer au marbre, et se contenter de mosaïques en terres cuites de couleur. Les plus anciennes qu'on possède ont été trouvées dans les chapelles de l'église abbatiale de Saint-Denis, et remontent au XII^e siècle; mais il est hors de doute que cette industrie florissait avant cette époque.

Les briquetiers du XII^e siècle se servaient du mode de fabrication suivant : ils moulaient de petits morceaux de terre blanche suivant des

formes déterminées : c'étaient des triangles, des carrés, des losanges, des polygones, des portions de cercle ; chacun d'eux recevait un émail d'une seule couleur noire, jaune, rouge ou vert très foncé ; puis, on juxtaposait côte à côte toutes ces petites figures géométriques, à la manière des pièces d'une mosaïque, en leur donnant les dispositions les plus variées comme couleurs et comme dessins ; beaucoup de ces morceaux n'avaient pas plus de 0^m,03 de côté, de sorte qu'on pouvait arriver à des compositions d'une finesse extrême, ainsi qu'il est facile de le constater dans les *Annales archéologiques* de M. Didron aîné, et dans les *Études sur les carrelages historiques du XII^e au XVII^e siècle* de M. Alfred Ramé. Le ton qui domine, dans ces carrelages en terre cuite émaillée du XII^e siècle, est le vert foncé, ou plutôt le noir vert ; mais les couleurs sont toutes chargées, et contrastent avec le ton clair des peintures murales des églises.

La glaçure de ces carrelages s'usait rapidement par le frottement des chaussures ; or, une fois le vernis coloré disparu, il ne restait plus trace des dessins ; aussi réservait-on ces carrelages émaillés pour les chœurs, les chapelles et les salles privées des châteaux ; mais on ne les employait pour ainsi dire jamais dans les nefs, ni dans les bas côtés, ni dans les grandes salles des châteaux destinées à recevoir un public nombreux.

Vers la fin du XII^e siècle, il se fit une transformation dans le mode de fabrication des carrelages. On remplaça les mosaïques en terre cuite émaillée par des carrelages incrustés d'ornements. La terre argileuse, moulée suivant une forme carrée, recevait, au moyen d'une matrice en plomb, l'empreinte d'un dessin en creux. Après le séchage, on remplissait les creux d'une terre de couleur différente, on saupoudrait la surface d'un mélange de sable et d'oxyde de plomb, et on soumettait le tout à la cuisson. Le sable et l'oxyde de plomb fondaient sous l'influence de la chaleur, et recouvraient les carreaux d'une glaçure un peu jaunâtre et transparente, qui donnait beaucoup d'éclat aux couleurs des terres incrustées.

Le ton noir est toujours dominant dans les carrelages de la fin du XII^e siècle. Le corps de la brique est généralement une argile rouge recouverte d'un engobe noir, c'est-à-dire d'une couche très fine de terre noircie par des oxydes métalliques. La terre colorée, qui formait les dessins, traversait cet engobe, et s'incrustait jusque dans l'argile rouge qui restait cachée. Généralement, les dessins de cette époque sont jaunes sur fond noir, ou noirs sur fond jaune.

Ces carreaux incrustés présentaient l'avantage d'une plus longue

durée sur ceux de terre cuite émaillée; car, une fois le vernis usé par le frottement, la terre de couleur, ayant une épaisseur de plusieurs millimètres, n'en conservait pas moins très longtemps l'empreinte et la couleur des dessins.

L'un des plus beaux carrelages de cette époque est celui de l'église de Saint-Pierre sur Dives, près de Caen. Il est incrusté jaune sur brun noir, et il affecte la forme d'une grande rosace, composée d'anneaux concentriques. Tous les carreaux d'un même anneau présentent le même dessin; mais ce dessin varie d'une zone à l'autre, et l'ensemble en est vraiment harmonieux et plein de variété.

Au ^{xiii} siècle, on simplifia cette fabrication en supprimant l'engobe noir, et en se contentant de carreaux de terre rouge, incrustés de terre jaune, ou, réciproquement, de carreaux de terre jaune incrustés de terre rouge. Mais le vernis jaunâtre est conservé. Les carreaux ont environ de 0^m,12 à 0^m,15 de côté, rarement 0^m,18. Lorsqu'on fait des carreaux noirs, ils sont unis et servent d'encadrements.

Ce procédé d'estampage avec incrustation permettait de combiner à l'infini les dessins de carrelage, et le ^{xiii} siècle en a composé d'admirables, entre autres ceux des chapelles de la cathédrale de Laon, et ceux de la salle du trésor de l'ancienne cathédrale de Saint-Omer. C'est la couleur rouge qui domine dans les carrelages de ce siècle, et non plus le noir, comme dans ceux du siècle précédent; mais, en même temps, le ton général devenait plus clair, plus brillant, tandis qu'au contraire les peintures verticales des murs étaient d'un ton beaucoup plus vigoureux et plus chargé.

Durant les ^{xiv} et ^{xv} siècles, on a posé, d'après ces mêmes principes, un grand nombre de carrelages qui sont encore en place, surtout dans les églises et les châteaux de la Brie, de la Champagne et de la Bourgogne; mais les dessins deviennent de plus en plus maigres et confus; ce sont souvent des chiffres, des inscriptions, des armoiries, voire même des scènes. Le ton noir se fait de plus en plus rare; en revanche, on voit apparaître les tons vert et bleu clair.

Au ^{xvi} siècle, on pose encore des carrelages incrustés et émaillés; mais, à cette époque, apparaissent les carrelages en faïence peinte où dominent les tons blancs, bleus, jaunes et verts. On peut en voir d'admirables spécimens aux châteaux d'Écouen, de Blois, à l'église de Brou, mais, surtout, dans l'une des chapelles de la cathédrale de Langres.

Ces carrelages en faïence ont encore été employés en France au ^{xvii} siècle, et l'usage s'en est conservé en Italie et en Espagne; mais

en France, depuis le XVIII^e siècle jusqu'au réveil si récent des arts céramiques, on n'employait plus guère les carreaux de faïence que pour carreler les fourneaux de cuisine, et, dans le midi, des offices et des salles de bain.

Quelques fabricants ont tenté, non sans succès, il y a une trentaine d'années, de faire renaitre cette ancienne industrie des carrelages incrustés. Nous citerons, entre autres, la fabrique de Langeais, celle de M. Millard à Troyes, et, à Paris, celle de M. Dubois, qui a refait, d'après des fragments, les carrelages de l'église de Saint-Denis.

Grâce à leurs efforts, cet art a repris faveur, et l'on compte, en France et en Angleterre, un assez grand nombre de maisons fort importantes qui fabriquent des carrelages absolument beaux.

Choix et dosage des terres. — Un carrelage n'a pas à supporter, comme les briques de bâtiment, des charges souvent considérables, mais, en revanche, il doit résister au frottement incessant des chaussures, et opposer un obstacle infranchissable à l'humidité du sol. Il suit de là que les carreaux, qu'ils soient d'ailleurs unis ou incrustés, doivent posséder deux qualités essentielles qui sont : la *dureté* et l'*imperméabilité*.

Ces deux conditions imposent l'obligation de n'employer, pour fabriquer les carreaux, que des argiles plastiques, non pas absolument pures, mais contenant des traces d'alcalis (potasse ou soude), et une légère quantité de fer qui ne doit pas dépasser 5 à 8 kilogr. pour 100 kilogr. On sait, en effet, que les argiles plastiques pures cuisent aux plus hautes températures, en donnant un produit très dur qui subit du retrait au feu, mais sans se déformer, et qui présente une texture compacte et serrée, analogue à celle des grès cérames et des porcelaines.

Si, de plus, ces argiles contiennent de 5 à 8 %, d'oxyde de fer, elles cuisent en grès à ces températures élevées, c'est-à-dire que la présence du fer détermine, non pas la fusion de la pâte, mais un commencement de ramollissement, qui donne à la cassure l'apparence vitreuse et brillante du grès, en même temps qu'il assure l'imperméabilité parfaite du produit. Ajoutons que, dans ces conditions, le produit obtenu se trouve assez fortement coloré par ce même oxyde de fer.

Une plus forte proportion de fer aurait pour résultat de donner une pâte trop fusible qui ne pourrait plus supporter, sans se déformer, les températures élevées de 100 à 120 degrés du pyromètre de Wedgwood (1.400 à 1.450 degrés centigrades), nécessaires pour obtenir les qualités spéciales que nous recherchons.

Il importe donc de choisir avec soin les argiles, et de les soumettre à des essais. Une longue pratique a prouvé, d'ailleurs, que les meilleurs pâtes résultent du mélange de plusieurs argiles plastiques, qu'on dégraisse avec un peu de sable ou de ciment de terre cuite. Après les avoir dosées suivant les indications de l'expérience, on les sépare des corps étrangers qu'elles contiennent souvent, tels que silex, cailloux, pyrites, amas de fer ou de craie ; puis, on les concasse en morceaux qui sont ensuite humectés d'eau, pétris, malaxés, façonnés, et enfin cuits dans des fours où ils subissent un petit feu et un grand feu.

Le produit, plus ou moins coloré en rouge, en jaune ou en brun, qu'on obtient ainsi, est le *grès cérame commun* : la pâte en est dure, sonore, opaque, imperméable, à cassure brillante et un peu vitreuse. On peut en fabriquer des pièces de grandes dimensions ; mais elles ont l'inconvénient d'être fragiles, et de se briser par le choc ou par les changements brusques de température. Aussi, quand on en fabrique des carreaux, on a soin de leur donner des dimensions réduites en surface.

Ce grès cérame commun n'est guère employé, par suite du ton coloré qu'il présente, à la fabrication des carreaux incrustés ; il est réservé, soit pour les carrelages ordinaires d'une seule couleur, soit pour les fontaines et autres ustensiles de ménage, et alors on le vernisse au sel.

Pour fabriquer des carreaux incrustés, dignes de ce nom, on emploie des grès cérames fins et blancs, ou du moins très peu colorés par l'oxyde de fer. On obtient ces grès en remplaçant une partie de l'argile plastique par du *feldspath*, qui est, ainsi qu'on l'a vu dans les premières pages de cette étude, un silicate double d'alumine et de potasse, et par du *kaolin*, qui est le résultat de la décomposition du feldspath. Cette introduction d'éléments feldspathiques, légèrement fusibles, a pour effet d'abaisser la température de cuisson, et de donner une pâte plus dure, plus fine, plus blanche et moins exposée à se fendre en séchant. D'un autre côté, l'alcali (potasse du feldspath) s'ajoute au peu de fer qui reste dans la pâte, pour lui conserver un commencement de ramollissement à la cuisson, et pour lui communiquer l'imperméabilité du grès cérame commun.

Les proportions suivantes de ces trois substances fournissent un excellent grès cérame fin à pâte blanche :

Argile plastique de Dreux	25	} 100
Kaolin argileux de Saint-Yrieix	25	
Feldspath de Saint-Yrieix	50	

Après avoir bien broyé ces substances, on en fait une pâte qu'on tamise, qu'on malaxe, et qu'on bat; après quoi, on la fait sécher; puis on la fait cuire dans des fours cylindriques droits à alandiers, dont on porte la température à 100 ou 120 degrés Wedgwood (1.400 à 1.450 degrés centigrades environ).

M. Salvétat rapporte, dans ses *leçons de céramique*, qu'il est arrivé à produire des grès cérames fins d'excellente qualité, en mélangeant l'argile plastique infusible avec des sables fondants, provenant du lavage de certains kaolins impurs qui contiennent un peu trop d'oxyde de fer.

Ainsi le mélange d'une partie d'argile plastique infusible, et de 2 parties de sable kaolin caillouteux, produit une pâte qui est trop fusible dans un four à porcelaine dure, mais qui donne un très beau grès, si on la cuit dans un four à faïence fine ou à porcelaine tendre française.

Un autre mélange, composé de 6 parties d'argile et de 5 parties de sable de kaolin, donne une pâte trop plastique. Mais si l'on remplace une portion plus ou moins grande de l'argile par la même argile cuite et réduite en ciment, on obtient une pâte qui donne à la cuisson d'excellents résultats. La proportion de ciment doit varier naturellement avec le degré de plasticité de l'argile employée. On arrive, en suivant cette méthode, à produire des pavés de grès extrêmement durs pour le pavage des routes.

La pâte des grès cérames fins peut être colorée artificiellement, dans toute sa masse, au moyen d'un oxyde colorant. Tantôt l'oxyde est employé seul, tantôt il est préalablement fritté ou fondu avec une substance dégraissante, sable ou fedspath. On broie le tout extrêmement fin, et on opère, dans un moulin spécial, le mélange de la poudre obtenue, avec les éléments broyés du grès; cette poudre colorée est réduite en une pâte qu'on peut tamiser, malaxer et cuire comme une pâte blanche, ou qu'on emploie de suite à la fabrication des carreaux incrustés.

Voici, pour 100 kilogr. de pâte colorée, la nature et les poids des oxydes qui produisent des colorations convenables.

Grès noir.	{ 6 ^h ,00 d'oxyde de fer.
	{ 6 ^h ,00 d'oxyde de manganèse.
Grès bleu vif.	5 ^h ,00 d'oxyde de cobalt.
Grès bleu pâle.	0 ^h ,50 d'oxyde de cobalt.
Grès vert foncé.	1 ^h ,00 d'oxyde de chrome.

Grès vert pâle . . .	0 ^e ,30 d'oxyde de chrome.
Grès vert bleuâtre .	{ 0 ^e ,30 d'oxyde de cobalt.
	{ 0 ^e ,30 d'oxyde de chrome.

Les pâtes rouges et jaunes proviennent tout simplement de terres contenant de l'oxyde de fer; quant aux pâtes brunes, on les obtient en diminuant, dans la formule du grès noir, la proportion de l'oxyde de manganèse suivant le ton qu'on veut produire. On obtient aussi des pâtes brunes avec du chromate de fer.

Les grès cérames, qu'ils soient fins ou communs, sont les produits céramiques les plus riches en silice : les plus siliceux en contiennent 75 %, et les moins siliceux, de 62 à 66 %. Les autres éléments composants sont l'alumine pour 19 à 29 %; l'oxyde de fer pour 1 à 13.50 %; la chaux pour 0,56 à 1,12 %; la magnésie, depuis quelques traces jusqu'à 0,92 %; enfin les alcalis (soude ou potasse) depuis quelques traces jusqu'à 1^e,42 %.

Ce sont les proportions de ce mélange qui déterminent la fusibilité du composé, et, par conséquent, la température à laquelle on peut cuire les produits sans les déformer.

Fabrication des carreaux cérames. — Il y a plusieurs modes de fabrication des carreaux incrustés : l'un des meilleurs consiste à les composer avec plusieurs couches superposées d'argiles plastiques différentes. Ces argiles sont broyées, ressuyées, tamisées et raffermies en pâte; puis, dans le fond d'un moule en métal, on dispose un plâtre qui porte en relief le dessin qu'on veut incruster, et qu'on saupoudre de sable extrêmement fin, pour assurer le démoulage. Sur ce plâtre, on applique une première couche de 6 ou 7 millimètres d'épaisseur, formée avec l'argile de meilleure qualité. Cette couche est pressée contre le moule en plâtre, et prend en creux l'empreinte du dessin. Puis sur cette première couche, on en pose une seconde, une troisième, etc., jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'épaisseur voulue. Alors on donne, sur le tout, un fort coup de presse, afin de bien remplir le moule, et on coule, dans les creux des dessins, les diverses pâtes de couleur à l'état presque liquide. Après deux ou trois jours de repos, on enlève au râteau les petites irrégularités de la surface; ensuite, on porte les carreaux au séchoir, où on les laisse sécher lentement pendant douze ou quinze jours, afin d'empêcher les fendillements. Puis on les soumet à une cuisson dont la durée varie de trois à dix, et même à quinze jours, suivant les terres à cuire.

La première couche qui reçoit les incrustations est toujours faite avec l'argile de meilleure qualité; elle forme la couleur du fond du carrelage, qui est généralement blanche, ou du moins peu colorée par l'oxyde de fer; aussi faut-il y introduire souvent du feldspath. Au contraire, si la couleur du fond ne doit pas être blanche, on colore au ton voulu la pâte de la première couche. Les autres couches des carreaux sont faites d'argiles de qualité inférieure, et alternées de telle manière qu'on évite les irrégularités du retrait, sans compter que leur emploi diminue sensiblement la dépense.

Ce procédé donne d'excellents résultats : les dessins de couleur sont incrustés, dans la pâte, de quelques millimètres, et assurent au carrelage une durée illimitée, surtout si la cuisson s'est faite en grès à de hautes températures, et qu'elle ait donné des produits à demi-vitriifiés, car alors on peut compter sur l'imperméabilité parfaite et sur la dureté absolue des carreaux.

Au lieu de se servir d'un moule en plâtre, on peut traiter les dessins colorés comme des engobes, et les poser comme ces derniers. Dans le fond du moule métallique, on dispose d'abord, suivant les dessins, les pâtes colorées et raffermies sur quelques millimètres d'épaisseur; puis, tout autour et par-dessus, on superpose successivement les diverses couches d'argile. On donne un coup de presse et l'on porte les carreaux au séchoir d'abord, et au four ensuite.

On peut évidemment composer avec une même terre toute l'épaisseur des carreaux, de même que les pâtes colorées des dessins : on obtient ainsi plus d'homogénéité dans la pâte; mais ce procédé devient très coûteux, si les argiles dont on dispose ont besoin d'éléments feldspathiques pour former une pâte convenable; il ne peut donc être employé qu'avec certaines argiles qui peuvent se passer de feldspath.

Les carreaux fabriqués au moyen de ces deux derniers procédés présentent souvent un défaut très grave : les incrustations de couleur ont des épaisseurs fort irrégulières, et se réduisent même parfois à une simple pellicule extrêmement mince. On comprend facilement qu'un carrelage, où il entrerait quelques-uns de ces carreaux défectueux, est exposé, malgré la dureté de son grès, à perdre par places, au bout d'un temps relativement court, beaucoup des couleurs qui en forment la décoration; nous avons constaté le fait assez fréquemment. On eût cru volontiers que les oxydes, au lieu d'avoir été incrustés, avaient été simplement étendus sur la pâte crue, et cuits avec elles. Aussi les fabricants ne sauraient-ils trop surveiller la pose des pâtes colorées sur le fond des moules.

Autre mode de fabrication. — Une autre méthode de fabrication consiste à opérer, non plus sur des pâtes raffermies, mais sur des terres desséchées et réduites en poudre fine. On commence par sécher les argiles au degré voulu, pour qu'on puisse les broyer en poudre ; il faut souvent, pour y parvenir, chauffer les chambres à une cinquantaine de degrés, au moyen de calorifères ou de la chaleur perdue des fours. On broie cette terre au moyen de meules, ou de cylindres verticaux qui tournent dans une auge circulaire ; ensuite on tamise et l'on mélange les divers éléments pulvérisés, puis on humecte très légèrement cette poudre, en la faisant traverser une atmosphère chargée de vapeur à 100 degrés. Les terres qui doivent fournir les incrustations colorées sont traitées de la même manière, seulement, on ajoute à la poudre les oxydes colorants broyés et pulvérisés, de sorte que l'on obtient une série de poudres qui acquerront à la cuisson les colorations voulues.

Les poudres de couleur sont placées, suivant les dessins, dans le fond d'un moule métallique très fort ; tout autour et par-dessus, on place l'argile pulvérisée, en lui donnant l'épaisseur voulue, et l'on agglomère le tout au moyen de presses hydrauliques extrêmement fortes ; après le moulage, vient la cuisson qui dure quinze jours pour certaines argiles.

Ce mode de fabrication présente un inconvénient, c'est l'inévitable formation d'un plan de petites bulles d'air, à une distance constatée d'un centimètre environ de la face qui reçoit le coup de presse. Cet air, naturellement interposé entre les grains de la poudre, est chassé vers l'intérieur par l'agglomération des premières couches, qui sont toujours plus pressées que celles du centre. L'expérience a constaté que toutes ces molécules d'air vont se réunir et former un plan horizontal à 0^m,01 de distance de la face comprimée. Or ce plan d'air offre un grave inconvénient à la cuisson, car l'air s'échauffe et, ne pouvant se dilater librement, il fait fondre la pièce.

Ce défaut, inhérent à tous les composés agglomérés, se remarque surtout sur ceux qui ont plus d'un centimètre d'épaisseur ; il n'existe pas pour les carreaux ordinaires en terre cuite qui n'ont qu'un centimètre ; or les carreaux cérames, très durs, mais cassants de leur nature, ne reçoivent jamais moins de 0^m,02 d'épaisseur, et présentent naturellement ce défaut de moulage. Heureusement, la cuisson en grès de ces carreaux s'opère à une très haute température, et produit une demi-vitrification des argiles qui entraîne la soudure de la masse et fait disparaître le fendillement que nous signalons. Toutefois, on peut le remarquer souvent dans ceux de ses carreaux qui n'ont pas subi une température assez élevée.

La nature fragile et cassante des grès cérames oblige à leur donner une certaine épaisseur et une faible surface. L'épaisseur se tient entre 20 et 21 millimètres; la surface est généralement carrée et mesure de 0^m,14 à 0^m,20 de côté; les carreaux sont quelquefois hexagones; alors le diamètre du cercle circonscrit ne dépasse guère 0^m,20.

Pose des carrelages céramiques. — Les carreaux doivent se poser sur un fond bien solide. On peut se contenter quelquefois, dans l'intérieur des habitations, d'une terre bien damée; mais, généralement, on fera bien de disposer, à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur, une aire en béton ou en briques. On la recouvre d'une couche de ciment hydraulique sur laquelle on pose le carrelage. La pose des carreaux terminée, on remplit les joints en y coulant du ciment liquide. Quand il est bien sec, on nettoie le carrelage, en le frottant vigoureusement avec une brique dure, ou avec un grès et du sable mouillé. Si, après cette opération, il reste des traces de ciment, on les enlève avec de l'acide chlorhydrique plus ou moins étendu d'eau.

Glaçure des carreaux cérames. — Lorsque les carreaux incrustés sont destinés à des carrelages, il est inutile de les recouvrir d'une glaçure qui formerait une surface glissante et dangereuse, et on les laisse mats. Quant à ceux qu'on emploie comme revêtements de murs, on les fabrique avec ou sans glaçure, suivant l'effet décoratif à obtenir.

La glaçure employée sur les carreaux incrustés est naturellement incolore; habituellement, elle est silico-alkaline, et produite par la volatilisation du sel marin qu'on projette, à la fin de la cuisson, dans les foyers et dans le four.

La glaçure plombreuse est aussi fréquemment employée, et résulte de la volatilisation du mélange suivant, dont on enduit l'intérieur des cazettes.

Sel marin	67 ^s	} 100 ^s
Carbonate de potasse	28	
Minium	5	

La température élevée de la cuisson volatilise ces matières, qui vont se condenser sur les produits; la silice de la pâte, en décomposant ces vapeurs, forme un silicate multiple de plomb, de potasse et de soude, qui vitrifie la surface des pièces. On conçoit que les pâtes des grès, par leur composition, sont assez riches en silice pour rendre faciles les réactions chimiques dont nous parlons.

Voici la composition d'un autre vernis plombéux qui exige une seconde cuisson pour se fixer sur la pièce.

Feldspath	35 ^a	} 100 ^a
Sable quartzeux.	25 .	
Minium	20	
Borax fondu.	15	
Carbonate de potasse.	5	

On fond ces substances en une espèce de cristal, qu'on réduit en poudre et qu'on délaye dans l'eau, pour l'appliquer sur les pièces par arrosage ou par immersion. Puis, on porte les pièces, après leur dessiccation, dans un deuxième four modérément chauffé, dont la chaleur fait fondre la glaçure et, en détermine l'adhérence sur la pâte déjà cuite.

A l'importante fabrique de Kéramis, en Belgique, on emploie de même un vernis feldspathique et plombéux dont voici la composition, d'après M. Salvétat.

Kaolin non lavé.	40 ^a	} 100 ^a
Sable quartzeux.	30	
Feldspath de Bayonne.	15	
Carbonate de chaux.	15	
Carbonate de soude.	30	

Ce mélange est fritté, broyé, et mélangé avec les matières suivantes :

Fritte du mélange ci-dessus.	100 ^a	} 185 ^a
Céruse (carbonate de plomb).	35	
Feldspath de Bayonne.	50	

Ce dernier mélange est délayé et appliqué sur les produits par arrosage ou par immersion. Seulement, à Kéramis, on remplace la teinte, un peu jaunâtre de la pâte du grès, par une teinte bleuâtre, obtenue en colorant l'eau de la barbotine au moyen d'une fritte bleue par l'oxyde de cobalt, et réduite en poudre fine.

On fabrique au Moutet (Saône-et-Loire), des grès cérames à pâte blanchâtre, et dont la glaçure est alcalino-terreuse et blanchâtre aussi : elle est composée de pegmatite pulvérisée, et d'une proportion de carbonate de chaux qui peut varier de 10 à 20 %/. On sait que la pegmatite est un granite sans mica, et composé uniquement de quartz et de feldspath. Ces grès du Moutet forment une sorte de transition entre les grès cérames communs et les grès fins.

Fabriques de carreaux céramiques. — Parmi les fabricants français qui ont fait leur spécialité des carreaux cérames incrustés, nous citerons surtout les suivants :

M. *Boulenger aîné*, dont les usines sont situées à Auneuil et à Saint-Paul (Oise), fabrique ses carreaux avec la terre à grès de la vallée de Bray, terre excellente et renommée depuis le moyen âge pour sa finesse et sa dureté. C'est elle qui fournit les grès si connus du Beauvoisis. Les incrustations colorées sont faites avec la même terre, afin d'assurer l'homogénéité parfaite de toute la pâte : elles ont une épaisseur suffisante pour garantir les carreaux contre toute usure qui compromettrait les dessins. M. Boulenger a obtenu la médaille d'or à l'exposition de 1878 à Paris, sans compter 34 autres récompenses dont 3 diplômes d'honneur à diverses expositions.

Ses carreaux sont carrés, et ont ordinairement 0^m,14 de côté sur une épaisseur de 0^m,02; il en entre environ 51 dans une surface d'un mètre carré; leur poids est de 80 kilogr. le cent. Leur prix à l'usine est de 8 francs le cent pour les carreaux blancs ou rouges unis; il est de 20 francs pour les carreaux noirs unis. Quant aux carreaux avec dessins, ils présentent la plus grande variété, et peuvent d'ailleurs être exécutés sur commande d'après les dessins de l'architecte. Leur prix, variable avec la richesse des dessins, s'étend de 12 à 30 francs le cent. Ces chiffres font ressortir de 6 fr. 25 à 17 fr. 00 le prix du mètre carré de carrelage. Il faut y ajouter les frais de pose et de nettoyage, qui sont, dans Paris, de 3 fr. 50 le mètre superficiel.

MM. *Boch frères*, à Louvroil, près Maubeuge (Nord), fabriquent des carreaux en grès cérame, d'excellente qualité, dits carreaux de Maubeuge, qui leur ont valu la médaille d'or à l'Exposition universelle de Lyon en 1872, et à l'Exposition universelle de Paris en 1878. — Leurs carreaux ont 23 millimètres d'épaisseur, et forment des carrés de 0^m,171 à 0^m,174 de côté, ou des hexagones dont le diamètre inscrit varie de 0^m,191 à 0^m,194. Il faut donc 33 carreaux carrés et 30 carreaux hexagones pour couvrir un mètre superficiel; en d'autres termes, un cent de carreaux carrés couvrent 3 mètres carrés, et un cent d'hexagones couvrent 3^m,33.

MM. Boch partagent leurs produits en carreaux de 1^{er}, 2^e et 3^e choix.

Le prix, à l'usine, des carreaux de 1^{er} choix s'étend depuis 36 fr. 00 jusqu'à 75 fr. 00 le mètre carré. Ces prix, au dépôt de Paris, situé rue de Compiègne, 1, s'étendent de 40 fr. 50 à 79 fr. 50 le cent, soit de 13 fr. 50 à 26 fr. 50 le mètre carré.

Les carreaux de 2^e choix sont vendus, pris à l'usine, depuis 24 fr. 00

jusqu'à 48 fr. 00 le cent, soit de 8 fr. 00 à 16 francs le mètre superficiel.

Enfin les carreaux de 3^e choix se vendent tous indistinctement 20 francs le cent, quel que soit le dessin, soit 6 fr. 65 le mètre carré.

MM. Boch fabriquent aussi des carreaux unis plus petits, et colorés dans toute leur masse en blanc jaunâtre, rouge, rose, noir et gris; ils forment des carrés de 0^m,146 de côté, de sorte qu'il en entre 47 par mètre carré; ils se vendent à l'usine 15 francs le cent, soit 7 fr. 00 le mètre carré.

Ils font encore des *carreaux carrés pour trottoirs*, de 0^m,147 de côté sur 0^m,031 d'épaisseur; il en faut 33 par mètre carré; ils sont à *boucharde*, ou à *stries diagonales*, et se vendent à l'usine 18 francs le cent, soit 6 francs le mètre carré, s'ils sont sans couleur. Leurs pavés en grès cérame, pour porches et écuries, ont 0^m,147 de côté sur 0^m,045 d'épaisseur, et se vendent 12 fr. à l'usine, soit 6 fr. 00 le mètre carré.

Aux prix que nous donnons, il faut ajouter les frais de transport de l'usine au lieu d'emploi, puis ceux de pose et de nettoyage. A Paris, la maison Boch se charge de la pose et du nettoyage, à raison de 6 francs le mètre carré; savoir 4 fr. 00 pour une couche de ciment hydraulique de 0^m,02 d'épaisseur, et 2 fr. 00 pour une couche inférieure de béton hydraulique de 0^m,08 d'épaisseur.

Le poids des carreaux carrés de 0^m,171 à 0^m,173 est de 150 kilogr. le cent; il est de 93 kilogr. pour ceux de 0^m,146 à 0^m,140; de 170 kilogr. pour les hexagones; de 240 kilogr. pour les carrés de trottoirs et de 225 kilogr. pour les pavés de porches et d'écuries.

La maison Sand et C^e exploite à Feignies, près Maubeuge (Nord), une importante fabrique de carreaux en grès cérame incrustés, d'une très grande dureté; elle a été honorée d'une médaille d'argent à l'Exposition universelle de 1878, pour la bonne qualité de ses produits.

Les carreaux ont 0^m,15 de côté; par conséquent il en faut 44 pour couvrir un mètre superficiel, ou, en d'autres termes, 100 carreaux couvrent une surface de 2^m,25. Ils pèsent 93 kilogr. le cent.

Les prix de ces carreaux sont variables avec les dessins; ils s'étendent depuis 29 fr. 25 jusqu'à 47 fr. 25, et même jusqu'à 69 fr. 75 le cent, dans les magasins du dépôt de Paris, situé rue Lafayette, n^o 77. Ces prix correspondent respectivement à 13 fr. 00, 21 fr. 00, 31 fr. 00 par mètre superficiel; il faut y joindre, naturellement, les frais de pose et de nettoyage, qui sont de 4 fr. 00 à Paris, par mètre carré, et de 4 fr. 50 en dehors de Paris.

La maison Simons et C^e fabrique, dans son usine du Cateau (Nord), des carreaux incrustés, en grès cérame fin, très durs, et a obtenu aussi

une médaille d'argent à l'Exposition universelle de Paris en 1878.

Leurs carreaux peuvent recevoir toutes sortes de dimensions, mais ceux qu'ils fabriquent couramment sont carrés avec 0^m,10 ou 0^m,14 de côté, ou hexagones avec 0^m,44 et 0^m,47 de diamètre inscrit. Puis, dans le but de faciliter la composition des dessins mosaïques très fins, M. Simons fabrique 8 divisions du carreau carré de 0^m,10, savoir : le demi-rectangle, le demi-triangle, le quart de triangle, le demi-carré, etc. Tous ceux d'une même couleur sont colorés dans la masse et sur toute l'épaisseur, qui est d'environ 0^m,023 pour tous les produits.

Le prix des carreaux de 1^{re} choix, en gare de Paris, ou au dépôt de Paris, situé rue de Trévis, n° 49, se traite au mètre superficiel, et varie de 14 francs à 20 francs, sans compter les frais de pose et de nettoyage, qui sont de 4 francs par mètre carré, non compris la couche inférieure de béton, ni le sable nécessaire au gâchage du ciment.

M. Simons peut fournir sur commande, en second choix, avec une forte réduction de prix, la plupart des dessins qu'il fabrique en premier choix.

Nous regrettons vivement de ne pouvoir donner quelques planches, en chromo-lithographie, des riches dessins de tous les styles, qui composent les albums des fabricants que nous venons de citer; mais ceux de nos lecteurs qui ont besoin de consulter ces albums n'ont qu'à les demander aux fabricants, qui s'empresseront toujours de les leur adresser.

L'Angleterre possède, dans le Staffordshire, des usines extrêmement importantes où se fabriquent, entre autres produits, des grès cérames pour poteries, tuyaux, et carreaux unis et incrustés.

Nous citerons, entre autres, les usines de MM. Doulton et C^e, et celle de M. Minton.

La maison *Doulton* exploite plusieurs usines situées à Lambeth (Londres), à Burslem, Rowley-Regis (Staffordshire), à Smethwick, près Birmingham, et à Saint-Helens, près Liverpool; elle possède à Paris un dépôt, rue Paradis-Poissonnière, 6; et un grand entrepôt de tuyaux, boulevard Bessières, 63. Les produits de cette maison consistent principalement en tuyaux de grès pour conduites et branchements d'égouts, urinoirs, syphons, tuyaux en grès fin émaillé à l'intérieur pour conduites d'eau; mais elle fabrique aussi des carreaux en grès cérame, très durs et imperméables dont on trouvera les dimensions et les prix à son dépôt.

M. Herbert Minton, le premier en Angleterre, reprit, dans sa belle

usine de Stoke-upon-Trent (Staffordshire), l'antique fabrication des carreaux incrustés du moyen âge, en se servant de l'excellent procédé que nous avons décrit, et qui consiste à superposer des pâtes d'argile plastique de plusieurs qualités, pressées sur une matrice en plâtre, au fond d'un moule de métal. Ses carreaux incrustés se recommandent par leurs belles couleurs, et sont répandus dans le monde entier. Il joint, à cette industrie spéciale, la fabrication des carreaux et autres produits en faïence fine.

CHAPITRE TROISIÈME

FAÏENCES DÉCORATIVES

Définitions. — On a donné le nom de *faïence* à deux produits céramiques complètement distincts, qui sont : 1° la *faïence commune*, ou *terre cuite émaillée* ; 2° la *faïence fine*, appelée aussi *terre de pipe*, *cail-loutage anglais* et *porcelaine opaque*.

La première est une poterie tendre à pâte opaque, colorée ou blanchâtre, à texture lâche, à cassure terreuse, et recouverte d'un émail opaque, ordinairement stannifère. La pâte est composée d'argile plus ou moins plastique et marneuse, appelée *glaise*, de marne pure, et de sable. Elle se cuit à une température comprise, à peu près, entre 26 et 57 degrés du pyromètre de Wedgwood, soit entre 900 et 1.275 degrés centigrades. L'émail blanc, plumbo-stannifère, qui la recouvre, fond à une température un peu plus élevée, comprise entre 60 et 70 degrés Wedgwood (1.285 à 1.305 degrés centigrades). La caractéristique de cette faïence est de contenir une proportion de 12 à 23 p. 100 de chaux, à l'état de carbonate de chaux pour la plus grande partie. Une contenance d'au moins 12 p. 100 de chaux est nécessaire à cette poterie, pour que l'émail d'étain puisse y adhérer fortement, sans écaillage et sans tressaillure.

Telle est, en peu de mots, la composition de toute faïence à émail d'étain, des faïences artistiques de la Renaissance, aussi bien que des

faïences communes destinées aux usages culinaires. Ainsi se composaient les faïences et les belles plaques de recouvrement de la Perse, les Azulejos qui décorent encore les mosquées arabes d'Espagne et d'Égypte, les vases de Valence et de Majorque, les admirables majoliques de la Renaissance italienne, les faïences de Delft; enfin, les anciennes faïences françaises de la Renaissance, non pas celles de Palissy, toutefois, mais celles de Rouen, de Nevers, de Moustiers, de Marseille, etc.

L'autre faïence, la *faïence fine*, est d'invention toute moderne, car elle ne date que du siècle dernier; c'est une poterie à pâte blanche, opaque, à texture fine, dure et sonore, recouverte d'une glaçure plombifère ou boracique. La composition de la pâte est variable, mais on peut dire, d'une manière générale, qu'elle est composée d'argile plastique lavée et de silice pyromaque ou de quartz broyé fin. Toutefois, on peut remplacer, et on remplace souvent, en effet, une certaine proportion d'argile par du kaolin lavé, et une certaine partie de silice par le même poids de feldspath ou de pegmatite. Cette faïence, qui comprend plusieurs variétés connues sous les noms de *terre de pipe*, *cailloutage anglais* et *porcelaine opaque*, est réservée généralement pour les services de la table et de la toilette, et alors, on la décore de dessins appliqués sous la glaçure au moyen des procédés ordinaires de l'impression; mais on fabrique aussi des plaques de revêtement décorées de la même manière, et, à ce titre, elle rentre dans le sujet qui nous occupe.

Après avoir exposé sommairement les caractères qui différencient complètement la faïence commune et la faïence fine, nous reprenons notre méthode ordinaire, et nous décrirons tour à tour l'histoire, la fabrication de ces deux produits, enfin leurs applications dans l'architecture.

1. — FAÏENCE COMMUNE OU TERRE CUITE ÉMAILLÉE

Terre cuite des Grecs. — La terre cuite a été connue de toute antiquité; les artistes de tous les temps et de toutes les nations l'ont façonnée sous toutes les formes. Les Grecs surtout, ce peuple artiste entre tous, ont su lui donner l'exquise beauté des formes, et l'embellir d'une décoration variée, dont les personnages conservent toujours une dignité sévère, et cette olympienne beauté qui donne à toutes leurs compositions une solennelle grandeur et un charme inexprimable. C'est que, dans la Grèce antique, comme dans l'Italie de la Renais-

sance, les plus grands artistes n'ont pas cru déroger en consacrant leur talent à l'ornementation de simples vases en terre. Aussi quelles admirables compositions, quelle science du dessin, dans la décoration des poteries grecques qui sont parvenues jusqu'à nous !

Malheureusement, il manque à ces productions la lumineuse magie de la couleur. Étrangers encore à toute connaissance chimique, les céramistes grecs ne possédaient, pour fixer leurs dessins, que des moyens tout rudimentaires ; tout d'abord, sur le fond jaunâtre ou plus souvent rouge de la pâte, ils détachèrent des dessins noirs extrêmement brillants. Plus tard, au contraire, ils étendirent ce vernis noir en couleur de fond sur la pâte rouge du vase, en réservant en rouge les figures et les ornements ; à ces deux couleurs, rouge et noire, ajoutez quelques couleurs de rehaut, mates, opaques, de la nature des engobes, étendues toujours en teinte plate, et vous connaîtrez tout le bagage céramique des Grecs.

C'était vraiment trop peu pour ce peuple artiste. Aussi sera-t-il éternellement à regretter que les Grecs n'aient pas connu notre émail d'étain, nos glaçures et toute la riche palette de nos couleurs vitrifiables. Quelles œuvres et quelles peintures seraient sorties de leurs mains, peintures vraiment immortelles, celles-là, que le temps n'aurait pas effacées comme l'autre, et qui, venant s'ajouter aux œuvres de la Renaissance et de l'extrême Orient, formeraient maintenant un musée sans égal où l'on viendrait admirer et comparer entre elles les plus belles productions des nations céramistes !

Il est certes à croire que les céramistes grecs et leurs successeurs d'Occident, durant les vingt siècles qui se sont écoulés depuis Phidias jusqu'à Luca della Robbia, ont cherché à blanchir la pâte jaune ou rouge de la terre cuite, ou du moins, à la cacher sous un émail opaque et blanc qu'on pût orner facilement de véritables peintures. Mais toutes leurs recherches ont été vaines, et leurs découvertes en ce sens n'ont pas dépassé les glaçures transparentes et l'engobe. L'engobe consiste, on l'a vu plus haut, en une très légère couche de terre blanche appliquée sur la surface de la terre cuite, et sur laquelle on étend des terres de couleurs ou des oxydes métalliques, qu'on peut ensuite recouvrir, ou non, d'une glaçure transparente.

L'engobe a réalisé certainement un progrès ; mais c'était un procédé d'une application souvent difficile. En effet, pour qu'il adhère à la pâte cuite d'abord, ensuite à la glaçure diaphane qui le recouvre, il faut, entre ces trois termes, pâte, engobe et glaçure, une harmonie de composition chimique qui se rencontre bien rarement, et qu'on ne peut

guère découvrir ou créer artificiellement, qu'au moyen des ressources de la chimie. Nous avons vu que le moyen âge a beaucoup employé l'engobe et les glaçures au carrelage des châteaux et des églises.

A quelle époque apparut l'émail opaque et blanc à base d'étain qui, appliqué sur la terre cuite, en fit une faïence? à quel homme, ou du moins, à quel peuple est due cette découverte? Question difficile à résoudre et sur laquelle nos céramographes les plus érudits disputent encore.

Il paraît cependant, d'après M. Demmin, qu'on fabriquait en Allemagne, au ^{xii}^e siècle, des terres cuites à émail stannifère, dont on montre des spécimens aux musées de Nuremberg, de Dresde, etc. Mais ces faïences allemandes ont été des découvertes toutes locales qui sont restées confinées dans le pays où elles avaient pris naissance, et qui n'ont eu aucun rayonnement sur les pays voisins.

Faïences hispano-mauresques. — Ce qui est, en revanche, incontestablement certain, c'est que les Arabes introduisirent la faïence en Espagne au ^{xiii}^e siècle, et qu'elle fut importée d'Espagne en Italie d'abord, ensuite de l'Italie en France et dans le reste de l'Europe. C'est donc authentiquement aux Arabes qu'il convient d'attribuer l'importation de la faïence en Europe.

L'avaient-ils découverte eux-mêmes, ou bien avaient-ils recueilli en Perse le secret de sa fabrication? ce point n'est pas encore éclairci; ce qui est acquis, néanmoins, c'est qu'au ^{xiii}^e siècle la faïence était fabriquée couramment en Perse, et que les mosquées de Perse et d'Arabie étaient ornées de plaques de faïence.

Quoi qu'il en soit, ce fut à Malaga que les Maures établirent, au ^{xiii}^e siècle, leurs premières faïenceries. Parmi les remarquables produits qu'on en vit sortir, il nous faut signaler ces plaques émaillées dites Azulejos, dont les Arabes décorèrent leurs mosquées et leurs palais, surtout celui de l'Alhambra, construit en 1280. Ces azulejos présentaient une surface unie, recouverte d'un émail bleu, et décorée de dessins dorés d'une exquise finesse. Mais ce qui fera l'éternel honneur des fabriques de Malaga, ce sont les vases de l'Alhambra, qui datent de 1320, et dont le décor bleu, rehaussé d'or pâle, sur un fond d'un blanc carné, formait un ensemble admirablement harmonieux.

Après la faïencerie de Malaga, vient, par ordre d'ancienneté, celle de Majorque, une des îles Baléares qui eut, au moyen âge, une immense renommée pour ses vases de faïence aux reflets nacrés, dorés ou rouge rubis, que décoraient les plus gracieuses arabesques.

Nous ne quitterons pas l'Espagne sans honorer d'un souvenir les faïenceries du royaume de Valence, où se trouvaient les beaux gisements d'argile de Paterna, Manisès, Quarte, Villalonga, Alaquaz, etc. La fabrique de Manisès, surtout, avait, au xiv^e siècle, une renommée européenne, pour ses poteries dorées et peintes avec un art merveilleux.

Le commerce des îles Baléares était fort important; car, au xiv^e siècle, il sortait, chaque année, de leurs ports, plus de 900 navires qui allaient porter les produits de leur industrie en Sicile, en Italie et jusqu'en Orient.

Majoliques italiennes. — C'est ainsi que les faïences arabes pénétrèrent en Italie dès le xiv^e siècle: les Italiens s'éprirent de ces belles poteries dorées aux reflets métalliques qu'ils appelaient *majoliques* (*majolica*), du nom de l'île de Majorque, en changeant l'*r* en *l*. Ils tentèrent bientôt d'imiter ce nouveau produit dont l'émail dur, opaque et blanc se prêtait si bien à la peinture. Dès la seconde moitié du xiv^e siècle, on voit s'élever les premières fabriques de majoliques italiennes à Castel Durante, à Pésaro, dans le duché d'Urbain; à Chaffagiolo, dans la Toscane; à Forlì, dans les Marches. Les premières productions datent de la fin du xiv^e siècle; elles sont timides et accusent les naïfs efforts d'une industrie naissante.

Tout d'abord, à Pésaro, à Chaffagiolo, comme ailleurs, on étendit sur l'émail des décorations polychromes; ensuite, on imita franchement les peintures dorées qu'on recevait d'Espagne; mais bientôt, grâce à l'initiative éclairée des princes italiens, surtout des Médicis à Florence et à Rome, des Della Rovere à Rome et à Urbain, on vit les anciennes faïenceries s'agrandir, des fabriques rivales s'élever autour d'elles, et partout des peintres majolistes se former et créer des écoles.

Citons, au courant de la plume: dans la Toscane, les fabriques de Chaffagiolo, de Sienne, de Pise, d'Asciano, de Monte-Lupo; dans les Marches, les fabriques de Faenza, de Forlì, de Rimini, de Ravenne, de Bologne; dans le duché d'Urbain, celles de Pésaro, de Castel Durante, d'Urbino, de Gubbio, de Gualdo, de Castello; dans les États Pontificaux, les fabriques de Deruta, de Fabriano, de Foligno, de Viterbe; enfin, plus au nord, celles de Ferrare, de Modène, de Venise, de Trévise, de Padoue, de Bassano, de Vérone, etc.

On voit que les centres de production ne manquèrent pas à l'Italie; les artistes non plus ne lui firent pas défaut, pour décorer ses poteries. Parmi les majolistes dont les noms sont demeurés célèbres, on cite Luca della Robbia, son neveu Andrea della Robbia, et les trois fils de

ce dernier : Giovanni, Luca et Girolamo, qui fut appelé en France par François I^{er} pour décorer le château de Madrid, au bois de Boulogne ; puis Lanfranco, Térenzio, Francesco Xanto, les Patanazzi, les Fontana, surtout Orazio Fontana, Georgia Andreoli, etc.

Luca della Robbia était surtout sculpteur ; il emprunta l'émail stannifère aux fabriques de Chaffagiolo pour l'appliquer, avec des peintures vitrifiables, à ses sculptures et à ses magnifiques bas-reliefs. Après lui, son neveu Andrea et les fils de ce dernier continuèrent ses œuvres et sa manière qui forment, pour ainsi dire, un genre spécial.

Les produits de *Chaffagiolo* sont caractérisés par un bleu de cobalt très foncé, posé en épaisseur, et par un jaune orange vif, plus épais encore, et s'harmonisant bien avec le bleu ; les autres couleurs, moins intenses, semblent pâlir encore au voisinage de ces couleurs. Les pièces les plus anciennes sont ornées de bordures orangées et d'arabesques en blanc et bleu, encadrant des sujets gothiques. Au seuil du xv^e siècle, le style est formé, les maîtres ont paru, et reproduisent, sur l'émail des plats et des plaques de revêtement, les chefs-d'œuvre de peinture de la grande école italienne. On fabriquait, en même temps, de belles faïences dorées à reflets métalliques, imitées des Maures d'Espagne.

A *Florence*, on peut distinguer deux formes : l'une, de style italien, avec décor à grotesques ; l'autre plus fréquente, avec des ornements empruntés à l'Orient et surtout à la Perse, des bouquets, des entrelacs, des oiseaux perchés sur des fleurs.

A *Faenza*, les premières œuvres se distinguent par la douceur des teintes, la correction du dessin, la blancheur de l'émail. Le décor, très simple, se compose d'entrelacs, de zones de couleurs variées en zig-zags, de bordures à dessins d'émail blanc sur fond rosé. Vers 1538, un artiste surgit, *Baldassar Manara*, qui transforme entièrement le style faentin, et inaugure, avec une perfection inouïe, l'ère des scènes à *histoires*, qui eut une vogue immense jusque vers la fin du xvi^e siècle.

La faïence de *Rimini* est caractérisée par un coloris d'une fraîcheur et d'un velouté ravissants, dus à une glaçure sans rivale : le dessin, généralement peu chargé, est relevé par des hachures, d'un jaune roux dans les ombres, blanches dans les lumières ; les paysages sont plus étudiés que partout ailleurs.

A *Pesaro*, les premières poteries, vers 1450, étaient peintes sur engobe, et constituaient ce qu'on a appelé la *demi-majolique* ; le décor, inspiré par l'art persan, représentait souvent des chasses, et brillait du lustre métallique à reflets nacrés : les couleurs dominantes étaient

le violet de manganèse et le jaune d'or, mais les autres couleurs, le vert, le bleu, s'y mélaient aussi pour former un décor polychrome. Un peu plus tard on abandonne, à Pesaro, la *demi-majolique*, et l'on applique la peinture sur un émail d'étain, et non plus sur un engobe blanc.

C'est à Pesaro qu'on fabriqua, surtout vers la fin du xv^e siècle, ces pièces galantes ornées de portraits et de madrigaux qui eurent tant de vogue au sein de la société élégante et raffinée d'alors.

Vers 1540, le goût des scènes historiques envahit Pesaro comme les autres fabriques italiennes, et produit ces belles compositions rehaussées d'or et de rouge rubis, peintes par Jacomo Lanfranco et par Terenzio.

Castel Durante, dans le duché d'Urbin, a fourni d'artistes potiers, non seulement ses propres fabriques, mais encore celles de l'Italie, des Flandres, et même de Corfou; c'est dire assez quelle fut l'importance de cette ville, au point de vue céramique. Elle débuta par des *grotesques*, ou rinceaux symétriques avec des enroulements capricieux terminés par des corps de monstres ailés, de chevaux marins, ou de sirènes. Les couleurs, un peu pâles, sont très glacées et toujours harmonieuses.

Urbino fut une cité chère aux artistes; ils y accouraient tous, sûrs d'y trouver gloire et fortune, avec la protection des ducs d'Urbin. C'est Francesco Xanto dont les compositions, toutes de grand style, sont souvent empruntées aux scènes grandioses de Raphaël; c'est Orazio Fontana, à qui l'on doit peut-être les meilleures majoliques, avec leurs émaux si bien fondus sous une glaçure parfaite; c'est enfin la famille des Patanazzi, qui clôt dignement, à Urbino, la série des grands céramistes du xvi^e siècle.

A *Gubbio*, nous voyons un grand nom résumer toute l'histoire de sa faïence, c'est celui de Giorgio Andréoli, qui fut à la fois statuaire et peintre de majoliques. Ses compositions sont surtout des scènes historiques encadrées de rinceaux, de riches arabesques, et souvent même, de grotesques rehaussés de rouge et d'or.

Nous ne pousserons pas plus loin l'examen des fabriques italiennes. Celles dont nous avons parlé sont d'ailleurs les principales, et le peu que nous en avons dit est suffisant pour faire comprendre le style propre à chaque artiste et à chaque école.

L'époque glorieuse de la majolique italienne dura deux cents ans. Née vers la fin du xiv^e siècle, elle a jeté son plus vif éclat durant les xv^e et xvi^e siècles. Au xvii^e, l'heure de la décadence a déjà sonné pour elle, décadence rapide que devait encore précipiter l'importation de

la porcelaine orientale. Aujourd'hui, l'on ne peut plus guère citer en Italie que la faïencerie de Savone, en Piémont, celle de Naples, et surtout celle de Doccia près de Florence.

Faïences françaises du xv^e siècle. — Que devenait l'art de la céramique en France, aux xv^e et xvi^e siècles, où la faïence italienne était dans tout l'éclat de sa splendeur? Chose étrange, et que nous expliquerons cependant, la peinture et une partie de la sculpture suivirent franchement, dès la fin du xv^e siècle, les nouvelles voies ouvertes par la Renaissance italienne; mais l'architecture et la sculpture monumentale résistèrent plus longtemps à la mode nouvelle, et n'adoptèrent les formes italiennes qu'au commencement du xv^e siècle. La céramique française fut plus rebelle encore, et ne céda qu'à la fin du xvi^e siècle. D'où venait cette longue hésitation des artistes français?

C'est que la nation française, au moyen âge, avait créé l'art gothique, art national, art complet, qui embrassait, à la fois, l'architecture, la peinture, la sculpture, l'ameublement; qu'elle était comme imprégnée des productions de cet art, et qu'une nation ne se dégage pas facilement des formes artistiques au milieu desquelles elle a vécu durant des siècles.

Quant aux majoliques italiennes, si elles se plaçaient aisément chez les nombreux princes italiens, tous riches, artistes et fastueux, elles ne trouvaient pas un écoulement aussi facile auprès des seigneurs français de cette époque, moins portés vers les arts que vers les armes, et demeurés fidèles aux poteries *sigillées*, dont ils préférèrent longtemps le relief et les couleurs aux peintures à sujets de la faïence italienne.

Ces poteries *sigillées* étaient des terres cuites sur lesquelles, au moyen de moules spéciaux, on imprimait certains ornements, dont la réunion formait souvent un ensemble fort riche. Le tout était vernissé en vert plus ou moins pâle. Ces poteries avaient été fabriquées d'une façon courante durant le moyen âge, et portaient, comme ornements en relief, des dessins gothiques, des cachets religieux, des devises morales. Les principaux centres de production étaient le Beauvoisis, la Bretagne, le Poitou, l'Alsace, la Lorraine. Au nombre des fabriques les plus remarquables, on citait celles de Savignies, de Beauvais, de la Chapelle-des-Pots, de Saintes, de Rennes, etc.

Les expéditions françaises en Italie, de 1495 à 1525, mirent nos chevaliers et nos soldats en contact avec la race italienne en pleine renaissance, et leur fit toucher, des yeux et des doigts, les merveilleux chefs-d'œuvre de l'art nouveau. Dans leurs bagages, à leur retour en

France, ils n'étaient certes pas sans rapporter quelques-unes des œuvres charmantes qui les avaient séduits. Ces types nouveaux de meubles, d'armures, de vases, modifièrent naturellement le goût français : sous cette inspiration nouvelle, on vit bientôt se produire une révolution dans les ornements en relief des poteries sigillées. Des rinceaux d'acanthé, des figures grotesques, des arabesques, des entrelacs, d'une élégance accomplie, remplacent les anciennes décorations gothiques ; mais les ornements restent toujours en relief ; on s'en tient encore à la poterie sigillée. La majolique, avec ses peintures sans relief, n'est pas encore acceptée.

Ce n'est pas que les Italiens eux-mêmes n'aient pas tenté de grands efforts pour entraîner le goût français vers les majoliques. Car à partir de 1494 on voit des majolistes italiens fonder des faïenceries en France, à Amboise, à Lyon, à Nantes, au Croisic ; mais telle était, chez nous, la force des traditions que le goût de ces vases étrangers n'eut qu'une vogue éphémère, un simple succès de curiosité, tant et si bien que les majolistes italiens, établis en France, se virent obligés, pour vivre, de se plier au goût français, et de modifier leur fabrication.

D'ailleurs, les céramistes français ne restaient pas impassibles au milieu du réveil général qui entraînait les esprits vers les idées nouvelles, qui avait déjà transformé la peinture, et qui allait transformer à leur tour la sculpture monumentale et l'architecture. Il se fit au contraire, au xvi^e siècle, de puissants efforts pour améliorer la fabrication céramique, et pour remplacer, par des émaux de couleur, la glaçure verte qui vernissait les reliefs des poteries sigillées. Deux produits bien différents attestent éloquemment la réalité de ces efforts : ce sont les faïences d'Oiron, dites aussi faïences de Henri II, et les faïences de Palissy.

Bien que ces deux sortes de faïences se rapprochent beaucoup plus, par leur composition, des faïences fines et dures, que de la faïence commune et tendre qui nous occupe en ce moment, nous devons néanmoins exposer, en deux mots, ce qu'étaient ces poteries.

Faïences d'Henri II. — Les faïences d'Henri II ont été fabriquées depuis l'année 1525, environ, jusque vers la fin du règne d'Henri II. Elles ont été composées et décorées dans les dépendances du château d'Oiron, près Thouars, en Poitou, sous l'inspiration directe des seigneurs de ce château. Ces poteries présentaient une pâte argileuse très bien travaillée, dure et très blanche. Elle était faite d'une argile extrêmement riche en alumine, et ne contenant aucune trace de

chaux : aussi sa glaçure, ne pouvant être stannifère, était à base de plomb. On travaillait la pâte avec le plus grand soin, et on la réduisait à une faible épaisseur. On étendait, sur ce noyau, une couche plus mince encore d'une terre plus pure et plus blanche, dans laquelle on gravait en creux les principaux ornements, pour les remplir ensuite avec une argile colorée qui arasait la surface. C'était donc, on le voit, une décoration incrustée plutôt qu'une peinture.

Les décorations de cette faïence ont représenté d'abord des dessins de forme orientale, des zones d'arabesques et d'entrelacs entourant finement des armoiries ; puis, plus tard, de véritables dessins d'architecture, tels que des fenêtres ogivales, des pilastres, des motifs de verrières ; après quoi, la décadence arriva rapidement, et la fabrique elle-même disparut si complètement que, dans ces derniers temps, le lieu de production des faïences d'Henri II était devenu une énigme. Il a fallu toute la science archéologique de M. Fillon pour retrouver, dans ces dernières années, la véritable origine de ces poteries remarquables, qui devancent de deux cents ans les faïences fines découvertes par les Anglais.

Faïences de Bernard Palissy. — Les faïences de Bernard Palissy sont un remarquable exemple de ce que peut réaliser l'opiniâtre volonté d'un homme doublé d'un artiste et d'un savant. Vers 1538 ou 1539, une majolique, apparemment sortie des fabriques de Faenza, tombe entre les mains de Bernard, alors obscur potier de Saintes, et le « met en dispute avec sa pensée ». La blancheur éclatante de l'émail italien l'étonne et le ravit. Il pense aux merveilles qu'on peut réaliser avec une telle pâte, et se jure à lui-même d'avoir le mot de cet émail.

Il se met, sans plus de retard, à chercher : il devait chercher longtemps. Ce fut une lutte héroïque que rien ne devait lasser, ni la maladie, ni la ruine, ni une misère effroyable, ni des échecs cent fois répétés, ni les poursuites d'implacables créanciers. Il alla jusqu'à brûler son meuble, un jour qu'il manquait de bois, et d'argent pour en acheter. Enfin, après avoir souffert et « battelé » pendant seize années, de 1539 à 1555, il réussit à produire des émaux dont il fut satisfait. Il en composa ses admirables « rustiques figulines » en relief, dont il décora les plats, les assiettes et les vases de son temps. C'était toute la faune rampante, nageante et sautante de nos marais et de nos champs : des serpents, des brochets, des anguilles, des rainettes, des grenouilles, des lézards ; le tout posé sur un fond rugueux jonché de coquillages, avec une vérité d'allures et de couleurs qui faisait vraiment illusion.

La cour et la ville s'éprirent des productions de Palissy; ce fut une vogue universelle, une longue période de succès, qui récompensait enfin les efforts du vaillant artiste.

Examinons sa faïence en industriel. La pâte est dure, serrée, sonore blanc-rosâtre plutôt que blanche, et très fortement cuite. Au point de vue chimique, c'est une pâte argileuse, comprenant, sur 100 parties, 67,50 de silice, 28,51 d'alumine, 2,05 d'oxyde de fer, 1,52 de chaux, et des traces d'alcali. Cette poterie contenait trop peu de chaux pour qu'un émail à base d'étain pût y adhérer fortement. Aussi Palissy, quand il a employé cet émail dans ses plus anciennes productions, n'y a-t-il fait entrer qu'une très faible proportion d'oxyde d'étain. Disons, du reste, que ses poteries, sans avoir atteint jamais la blancheur éclatante de l'émail à base d'étain, étaient cependant assez blanches pour pouvoir se passer de cet émail, et que des glaçures colorées leur convenaient parfaitement. C'est pour cela que presque toutes les pièces de Palissy sont recouvertes d'un vernis plombé. Ce vernis, du reste, est très mince, très dur et très brillant; mais quelles difficultés Palissy n'a-t-il pas dû surmonter pour faire adhérer ses émaux, sans écaillages, sur une terre exempte de chaux, et si fortement cuite. En somme, la faïence de Palissy n'était pas du tout ce que nous appelons la *faïence commune*, elle était plutôt de l'espèce de faïence fine appelée *terre de pipe*.

Ajoutons que Palissy ne modelait pas ses ouvrages : il les moulait, et ensuite il les vernissait. Ses moules, vendus après sa mort, servirent à des reproductions continuelles de ses œuvres, et expliquent le nombre prodigieux des « faux Palissy » qui courent le monde des amateurs et des marchands de curiosités.

Palissy mourut en 1589, âgé de 79 ans, dans la prison de la Bastille où il était enfermé depuis quelques mois pour *crime de religion*, car il avait embrassé de bonne heure la religion réformée. La protection royale l'avait défendu jusqu'alors contre les violences du parti catholique; mais à ce moment, elle ne pouvait plus rien pour lui. Le roi Henri III vint le voir dans sa prison, mais il ne put l'en faire sortir, car il n'était plus le maître : le roi de France était l'esclave de la Ligue, et la Ligue ne pardonnait pas.

En mourant, Palissy emportait avec lui, de propos délibéré, le secret de ses émaux, et le trésor précieux des observations et des remarques que, mieux qu'un autre, il avait eu l'occasion de faire sur les terres, les poteries, les émaux, sur leur dosage, leur préparation, leur mode d'emploi, leur cuisson. Une telle résolution, prise dès longtemps

avant sa mort, étonne et confond chez un esprit aussi élevé. Sans doute, il avait longtemps souffert; mais n'avait-il pas joui, pendant plus de trente ans, de succès continus et d'une gloire bien méritée? Sa vie, en somme, avait été faite de bien et de mal, comme celle de toute créature humaine. Aussi, pour nous, ses seize années de « bat-telage » et de lutte pénible ne sauraient excuser Palissy. Nous le condamnons au nom de cette loi morale, en vertu de laquelle les hommes d'une génération, recevant des âges précédents le trésor de leurs connaissances acquises, doivent transmettre intact à la postérité ce précieux dépôt augmenté de leurs propres découvertes. C'est la loi de la solidarité humaine à travers les âges. Tout homme qui manque à cette loi morale est coupable. Il peut être, ainsi que le fut Palissy, un grand artiste et un grand savant, mais il n'est pas un grand homme. Ainsi Palissy, loin d'ouvrir des voies nouvelles à la céramique française, et de la mettre à même de lutter avec la céramique italienne, ne lui fut d'aucun secours, et la réduisit à se mettre bientôt à la remorque des faïences d'Italie. Aussi peut-on dire avec tristesse que, si l'œuvre de Palissy fut admirable, elle est restée inféconde : elle a traversé le ciel de la céramique, comme un brillant météore, sans laisser aucune trace après elle.

Faïences à relief de Normandie.— Palissy ne fut pas seul, au xvi^e siècle, à produire des faïences à reliefs. De son vivant, on trouve, en Normandie surtout, un certain nombre d'usines qui recouvraient d'un émail, à base d'étain et de plomb, des pièces de poteries appropriées aux constructions. C'étaient principalement des carreaux de revêtement, tels que ceux du château d'Ecouen, cuits à Rouen, en 1542; des épis et autres pièces de toiture, dont les formes élégantes et leurs vives couleurs ressortaient avec éclat, au contact des tuiles un peu brunies par l'usage. On trouvait cette fabrication répandue dans l'Eure, à Infreville, Armentières, Châtel-la-Lune, et, dans la Sarthe, à Malicorne et à Pont-Vallain.

Mais c'est dans le Calvados, à Manerbe et au Pré-d'Auge, que les faïences à reliefs atteignaient leur plus grande perfection, et étaient véritablement artistiques. Elles cherchaient, d'ailleurs, à imiter le genre de Palissy. Mais leurs compositions n'atteignirent jamais le bon goût de celles de Palissy; leurs émaux, plus froids, plus durement posés, empêcheront toujours de confondre ces faïences avec les siennes.

Par ce qui précède, on voit que l'ancienne mode française des pote-

ries à reliefs, représentée depuis le moyen âge par les terres sigillées, et plus accentuée encore au xvi^e siècle par les faïences de Palissy et par celles de Normandie, se maintint fort longtemps en face des majoliques italiennes. Ce ne fut que plusieurs années après la mort de Palissy, c'est-à-dire à la fin du xvi^e siècle, que la majolique parvint à s'implanter en France; elle y conquit rapidement la faveur populaire, et cependant, en Italie, l'heure de sa décadence avait sonné déjà.

Disons ici, pour n'y plus revenir, que les Français donnèrent, dès l'origine, le nom de *faïences* aux majoliques italiennes, en le dérivant du nom de Faenza, dont les produits artistiques étaient extrêmement recherchés, et faisaient l'objet d'une très importante exportation.

Faïences de Nevers. — C'est à Nevers, vers 1602, que des Italiens venus d'Albissola, les frères Conrade, fondèrent la première fabrique de majolique italienne. Elle prospéra tellement qu'il se créa bientôt des faïenceries rivales, qui devinrent à leur tour extrêmement florissantes. En 1743, il n'existait pas moins de onze fabriques à Nevers. En 1790, on n'en comptait plus que deux. La fabrication nivernaise se soutint encore jusque vers l'année 1800, où elle entra dans une période de décadence qui ne s'arrêta plus. De nos jours, il n'existe plus que quelques fabriques qui produisent des faïences communes à l'usage des ménages.

Une seule fabrique, celle de M. Signoret, fabrique, sur commande, des imitations des anciens modèles nivernais.

La faïence de Nevers a eu plusieurs périodes. Tout d'abord, elle imite la majolique italienne, avec des sujets chinois et des ornements inspirés de l'antique et de la Renaissance. Un peu plus tard, les ornements subissent l'influence orientale. Jusque-là, ce sont des camaïeux généralement bleus, rehaussés de manganèse.

On trouve ensuite des sujets mythologiques et familiers, avec des ornements italiens et orientaux mélangés, des guirlandes de fleurs suivant le goût persan. Les figures de décor y sont ordinairement en jaune sur fond bleu : Nevers n'a jamais employé la couleur rouge.

De 1750 à 1810, la faïence de Nevers adopte une ornementation bizarre, et une coloration où domine le bleu sur un fond blanc, puis les fabricants y inscrivent des sentences rimées d'une poésie de potier. L'époque de notre première Révolution, surtout, a vu naître une foule de sentences démocratiques que l'on voit reproduire de nos jours sur des assiettes imitées de cette période.

Faïences de Rouen. — La faïence de Rouen, créée après celle de Nevers, a été certainement la plus remarquable et la plus estimée de la faïencerie française. La pureté, la régularité de ses ornements, la perfection de son décor, en font un produit où se révèle magnifiquement le goût français. Importée à Rouen vers 1644 par Nicolas Poirer, sieur de Granval, la faïence rouennaise atteignit sa plus haute splendeur vers 1713, à l'époque désastreuse où Louis XIV et toute sa cour portèrent à la Monnaie leur vaisselle d'or et d'argent et se « mirent à la faïence », suivant l'expression de Saint-Simon. En 1789, Rouen comptait dix-huit faïenceries; mais l'introduction des faïences fines anglaises, et la concurrence de la porcelaine eurent pour résultat la ruine immédiate de cette industrie. En 1802, Rouen n'avait plus que sept faïenceries : il n'y a plus aujourd'hui une seule faïencerie artistique.

Comme la faïence de Nevers, celle de Rouen présente plusieurs périodes : dans la plus ancienne, elle imite le style de Nevers, puis le type hollandais et japonais. Vient ensuite le style rayonnant, qui marque l'apogée de la faïence de Rouen : il comprend un décor à lambrequins et corbeilles, guirlandes de fleurs, d'abord en camaïeu bleu, puis en camaïeu bleu rehaussé de rouge et de jaune, puis enfin complètement polychrome.

Vers 1770, apparaît l'imitation chinoise avec des pagodes, des bordures quadrillées vertes, des décors en bleu lapis et fonds lapis; cette époque est caractérisée par l'emploi des couleurs les plus éclatantes.

Enfin vers 1780 naît le style rocaille, propre au temps de Louis XVI, avec des scènes galantes ou champêtres, des trophées, des carquois, des cornes d'abondance d'où s'échappent des fleurs. Le décor est d'un polychrome vif où domine souvent le jaune citrin.

La réputation de la faïence rouennaise était telle, au XVIII^e siècle, qu'elle fut imitée par beaucoup de fabriques, au nombre desquelles nous citerons Paris, Lille, Sinceny, Nantes, Marseille, Moustiers, Nevers, etc. Aujourd'hui la fabrique de Loc-Maria, près Quimper, reproduit et imite avec beaucoup de succès les anciens Rouen.

Faïences de Moustiers. — La Provence a été le centre d'une importante fabrication; d'ailleurs son voisinage de l'Italie, joint à ses nombreuses relations commerciales, ont toujours maintenu, dans cette province, le goût des beaux-arts.

Moustiers surtout, dans les Basses-Alpes, eut, de bonne heure, des faïenceries qui acquirent une grande réputation. Dès la fin du

xvii^e siècle, vers 1686, les Clerissy fabriquaient des poteries fort recherchées pour l'élégance de leurs décors. Les peintures ont représenté, d'abord, des scènes de chasse ou des sujets tirés de l'histoire sainte, avec des bordures de style antique et oriental, le tout d'un bleu intense sur un émail uni d'un beau blanc. Puis, ces bordures changèrent de style et se composèrent d'ornements de la plus gracieuse finesse, empruntés au genre de Boule et de Bérain. En dernier lieu, le décor représente des sujets tout mythologiques, couronnés de baldaquins et de rinceaux, accolés de cariatides, et entourés de vases de fleurs et de jets d'eau.

Moustiers possédait sept ou huit usines en 1756, onze en 1789, cinq seulement en 1791.

Faïences de Marseille. — Marseille, aussi, se fit une réputation méritée pour ses faïences : elle eut des fabriques dès les premières années du xviii^e siècle : les produits de Marseille se font remarquer par la richesse des couleurs et par la correction du dessin. Ils se distinguent de ceux de Moustiers par leur émail un peu bleuâtre, et par l'alliance du bleu de cobalt avec le violet de manganèse : en général, tous les contours des dessins sont en violet, ainsi que les losanges qui remplissent certains compartiments.

On comptait encore, à Marseille, neuf faïenceries en 1789, trois seulement en 1805, et une seule en 1810 : la faïence fine anglaise et la porcelaine ont tué là, comme ailleurs, cette florissante industrie.

Faïences flamandes. — La Flandre eut, au xvii^e siècle, des faïenceries fort importantes à Dunkerque, à Lille, à Valenciennes, à Bailleul, à Saint-Amand ; leur décor imitait celui de Rouen ; quant à leur pâte, elle ne peut se distinguer de celle de Delft, car elle est faite avec la même terre.

Faïences d'Alsace. — L'Alsace posséda, de 1706 à 1780, à Strasbourg et à Haguenau, des faïenceries fort remarquables, créées et dirigées par la famille des Hannong. Leur faïence fine et bien travaillée, aux formes toujours élégantes, recevait souvent des appendices très compliqués : l'émail est blanc uni, sans craquelure, et se prête aisément à toutes les peintures de moufle. Le décor est simple : il se compose ordinairement de fleurs cerclées d'un trait noir. Un rouge d'or brillant et un vert de cuivre intense caractérisent les faïences de Strasbourg.

Faïences diverses. — A côté de ces fabriques renommées, qui donnaient le style et le ton, bien d'autres faïenceries moins importantes et livrées surtout aux imitations, prospéraient en France. Il nous suffira de citer celles de Paris, de Lyon, de Bordeaux, de Beauvais, de Rennes, etc.

De ce qui précède, on peut conclure que la faïence française a pris naissance avec le *xvii^e* siècle, qu'elle a atteint son apogée au *xviii^e*, alors que la faïence italienne était en pleine décadence, et qu'elle est brusquement tombée avec le *xviii^e* siècle, impuissante à lutter contre la vogue de la porcelaine et des faïences fines anglaises.

Faïences de Delft. — Après les trois nations, espagnole, italienne et française, nous ne voyons plus guère que la Hollande, dont les faïences, sous le nom de faïences de Delft, ont jeté un vif éclat durant les *xvii^e* et *xviii^e* siècles.

En dépit des fables et des exagérations dont on a entouré l'origine des faïences de Delft, ce n'est guère qu'à l'année 1614 qu'on peut faire remonter la création de la première faïencerie de cette ville. Il est vrai que sa réputation grandit rapidement, car on comptait à Delft quarante-trois fabriques en 1650, cinquante en 1700, une centaine au milieu du *xviii^e* siècle. Aujourd'hui, cette industrie, naguère si brillante, est morte : on ne trouve plus à Delft qu'une seule fabrique, qui ne produit guère que des assiettes unies en faïence fine.

Les faïences de Delft ont un style à part, un cachet particulier, qu'elles doivent à l'imitation des porcelaines japonaises, et au concours empressé que les grands peintres ne dédaignaient pas d'apporter, non plus qu'en Italie, à la décoration céramique. Les Hollandais, qui faisaient seuls le commerce avec le Japon, rapportaient de cette contrée des porcelaines qu'ils vendaient en Europe à des prix fabuleux, et qui leur inspirèrent l'heureuse idée d'imiter les décors japonais sur leurs faïences. Il s'est fabriqué à Delft une quantité prodigieuse de potiches, de plats, d'assiettes, de pièces à thé, de plaques de revêtements, décorés de sujets, de paysages ou de marines, et entourés d'ornements de toutes sortes. Aussi les Hollandais en mettaient partout ; leurs dressoirs, leurs crédences, leurs meubles étaient surchargés des plus belles œuvres ; des plaques de faïence historiées ornaient leurs escaliers, leurs vestibules, « et jusqu'aux murs des fermes et des étables ».

La pâte était très finement travaillée : elle était faite avec l'argile de Bruyelle, petit village à une lieue de Tournay, qui approvisionnait, en

même temps, les faïenceries de Bruxelles, de Tournay, de Lille et des Flandres.

Faïences d'Allemagne. — La faïence allemande n'a pas atteint la réputation de celles des nations que nous avons citées; cependant, parmi les fabriques qui ont eu leur valeur, on peut citer celles d'Anspach, de Baireuth, de Memmingen, de Nuremberg, célèbre surtout pour ses plaques de poêles en faïence, de Frankenthal, dans le Palatinat, de Harbourg, en Hanovre; de Hochst-sur-le-Mein, dans la principauté de Nassau; de Louisbourg, en Wurtemberg; de Kaschau, en Hongrie, etc.

Faïences anglaises. — La fabrication de la faïence à émail d'étain n'eut jamais une grande importance en Angleterre; elle y fut importée de Delft par les Hollandais, qui créèrent des fabriques vers 1640 à Fulham et à Lambeth. On y fabriqua principalement des bouteilles, des vases de pharmacien, des carreaux de revêtement avec paysages en bleu. Mais les céramistes anglais abandonnèrent rapidement la fabrication de la faïence commune, pour celle des grès cérames et des faïences fines, ainsi que nous le verrons plus loin.

Faïences suisses. — La Suisse a produit autrefois quelques faïences remarquables, à Zurich, à Schaffouse, etc.; en général, le caractère distinctif des œuvres suisses anciennes ou modernes est une grande netteté de dessin, disons même une certaine sécheresse dans les détails et dans l'application des émaux qui sont posés légèrement en relief.

Faïences modernes. — De nos jours, la faïence commune, surtout celle de ménage, est fabriquée dans un grand nombre de manufactures, parmi lesquelles nous citerons celles de Paris, de Bourg-la-Reine, de Choisy-le-Roi, de Sceaux, de Nevers, de Rouen, de Saintes, de Lunéville, de Forges-les-Eaux, de Tours, d'Abbeville, de Bordeaux, de Limoges, de Longwy, de Quimper, etc.

Depuis une quinzaine d'années, quelques-unes de ces usines ont repris avec succès la fabrication des faïences artistiques et décoratives. Nous citerons entre autres celles de M. Müller, à Ivry-sur-Seine, de M. Vieillard, à Bordeaux, de M. Boulenger, à Choisy-le-Roi, de MM. D'huart, à Longwy, de M. Jean, à Paris, de M. Collinot, à Paris, de Loc-maria, près Quimper, de M. Havilaind, à Limoges, etc.

Composition et fabrication des faïences communes. — Nous avons dit,

plus haut, que la faïence commune artistique est une terre cuite recouverte d'un émail opaque et dur, ordinairement à base d'étain. Cet émail rend la poterie imperméable; ensuite il cache la couleur rouge ou brune imprimée à la pâte par l'oxyde de fer qu'elle contient; enfin, il fournit à l'artiste une surface dure, blanche ou colorée, sur laquelle il peut étendre une peinture en couleurs vitrifiables.

Nous ne nous occupons pas ici de la faïence commune à pâte brune, qui doit aller au feu, et qui reçoit, non plus un émail d'étain, mais une simple glaçure plombreuse.

On voit de suite que la première condition qui s'impose à la faïence est de présenter une pâte à laquelle l'émail d'étain puisse adhérer fortement, sans craquelure et sans écaillage.

Or, des expériences directes et l'examen de toutes les faïences ont démontré que cette adhérence ne peut avoir lieu que sur une pâte qui contient au moins 12 % de chaux. De là l'obligation de rejeter toute argile privée de chaux, et de rechercher au contraire les argiles marneuses.

Voici d'ailleurs un tableau extrait des *Leçons de céramique* de M. Salvétat, et qui contient les résultats des analyses qu'il a faites des principales faïences artistiques de diverses contrées et de diverses époques : nous y joignons, comme éléments de comparaison, les analyses des faïences fines d'Henri II et de Bernard Palissy.

TABLEAU 15. — COMPOSITION DES FAÏENCES COMMUNES,
D'APRÈS M. SALVÉTAT

DÉSIGNATION DES FAÏENCES.	SILICE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÈSE.	OXYDE de fer.	ACIDE carbonique.	ALCALIS.
Faïence de Luca della Robbia . . .	49,65	15,50	22,40	0,17	3,70	8,58	•
— de Majolica	48,00	17,50	20,12	1,17	3,75	9,46	•
— d'Espagne (ancienne) . . .	46,01	18,45	17,64	0,87	3,04	13,96	•
— de Valence (moderne) . . .	51,53	20,32	13,61	1,24	2,63	10,42	•
— de Maunassès	54,71	18,80	19,69	traces	2,30	4,60	•
— de Delft	49,07	16,19	18,01	0,82	2,82	13,03	•
— de Perse	48,51	12,05	19,25	0,30	3,14	16,72	•
— de Nevers	56,49	19,22	14,96	0,71	2,12	6,50	•
— de Rouen	47,96	15,02	20,24	0,44	4,07	12,27	•
— de Paris	61,50	12,99	16,24	0,15	3,01	6,10	•
— de Pichenot (ingerçable) . .	56,30	26,00	14,70	traces	1,30	1,10	•
— — — — —	55,40	29,20	13,20	traces	0,90	1,30	•
— de Henri II ou d'Orléans . .	59,10	40,21	•	•	•	•	•
— de Bernard Palissy	67,50	28,51	1,52	•	2,06	•	traces

Donnons de suite, en regard de ce tableau, la composition la plus employée de l'émail blanc d'étain. On mélange d'abord, à l'état métallique, 80 parties de plomb et 20 parties d'étain. Ce mélange, calciné dans un fourneau de laboratoire, fournit une poudre jaune, appelée *calcine*, qui est la base de l'émail blanc.

On mélange ensuite la calcine, soit avec du sable et du sel marin, soit avec du sable, du carbonate de soude et du sel marin, dans les proportions suivantes, en poids :

	1 ^{er} dosage.	2 ^e dosage.
Calcine	44,60	44,60
Sable de Decize, près Nevers	44,60	44,60
Sel marin.	10,80	5,40
Carbonate de soude.	"	5,40

Ce mélange est fondu dans le bassin du four, à 60 ou 70 degrés du pyromètre de Wedgwood ; ainsi fondue, la masse n'est pas toujours blanche ; mais, pilée et refondue sur les pièces mêmes, elle cuit très blanc.

Revenons maintenant à la pâte de la faïence. Les terres qui, par leur composition, donnent, après la cuisson, des biscuits qui se rapprochent le plus des résultats du tableau 13 sont : l'argile plus ou moins plastique et marneuse appelée *terre glaise*, la marne pure, et le sable.

M. Salvétat a étudié complètement l'influence de la chaux sur l'adhérence de l'émail, en composant une série de dosages de glaise, de marne pure et de sable argileux : la composition chimique de ces matières premières était la suivante :

TABLEAU 16

MATIÈRES premières.	SILICE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	OXYDE de fer.	ACIDE carbonique.	EAU.
Terre glaise . . .	45,00	22,80	4,00	traces	7,30	3,30	17,50
Marne.	25,30	6,00	32,00	0,05	4,00	28,70	3,80
Sable argileux. . .	74,95	11,00	4,66	0,29	5,50	"	6,60

Il est arrivé, de cette manière, à poser les trois dosages suivants, qui peuvent être considérés comme des types :

TABLEAU 17

DOSAGES TYPES.	TERRE GLAISE.	MARNE.	SABLE ARGILEUX.
Type I	50	16	33
Type II.	25	50	25
Type III	22	67	11

Ces trois dosages donnent des pâtes de faïences qui, analysées avant la cuisson, mais après une dessiccation à 100 degrés, présentent la composition suivante :

TABLEAU 18

DOSAGES DIVERS.	SILICE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	OXYDE de fer.	ACIDE carbonique.	EAU.
Type I.	53,00	14,60	12,20	0,70	5,50	9,60	4,40
Type II.	39,50	12,00	20,00	0,20	5,35	15,70	7,30
Type III	26,50	10,50	25,00	0,00	5,40	20,00	6,00

Examinons les résultats obtenus avec ces pâtes.

La pâte du type I, qui contient le moins de marne, et seulement une proportion de 12,20 de chaux, est incapable de conserver l'émail d'é-tain, car il ne glace pas, et il tressaille, même en magasin.

Mais, si l'on augmente la proportion de la marne, en se rapprochant du type II, on forme des pâtes qui retiennent de mieux en mieux l'émail jusqu'au type II, qui contient 20 de chaux, et qui donne une pâte très convenable pour supporter également, sans altération, l'é-mail et les couleurs; on peut remarquer, d'ailleurs, que ce type II se confond presque avec les meilleures faïences du tableau 15, celles de Luca della Robbia, de Manassès, de Rouen, de Perse, etc.

Enfin, si l'on continue encore à augmenter la proportion de la marne, et, par conséquent, celle de la chaux, l'adhérence recommence à diminuer jusqu'au type III qui contient 25 de chaux, et qui ne prend l'émail que pour le laisser bientôt se lever en larges écailles.

Il résulte de ces remarquables expériences de M. Salvétat, que les types I et III constituent des limites extrêmes de dosages qu'il faut éviter avec le plus grand soin, pour chercher à s'approcher le plus possible du type II qui donne d'excellents résultats.

La pâte donnée par le dosage du type II, au tableau 17, est de cou-

leur brune; mais on peut obtenir une pâte blanche qui adhère à l'émail aussi bien que l'autre, en prenant des argiles, des marnes et des sables, qui soient exempts de fer, ou à peu près. A Paris, on l'obtient par le dosage suivant :

Argile plastique d'Arcueil.	8	} 100
Marne argileuse verdâtre, supérieure au gypse.	36	
Marne calcaire blanche des terrains gypseux.	28	
Sable impur et marneux, jaunâtre, supérieur au gypse.	28	

Après que les terres ont été soigneusement dosées, on les mélange dans une caisse rectangulaire appelée gâchoir; ce mélange produit une pâte qu'on délaye dans une quantité d'eau suffisante pour en séparer les corps pierreux étrangers par une simple décantation. A sa sortie du gâchoir, on tamise la pâte, puis on la délaye, en en formant une bouillie assez épaisse, que l'on dirige dans des fosses creusées près des gâchoirs. Elle séjourne là plusieurs mois, exposée aux intempéries de l'atmosphère, s'y améliore, et s'y épaissit encore. Au bout de ce temps, on prend cette pâte et on la travaille, en la malaxant sur une table, et en en formant des boules qu'on projette avec force contre des murs bien secs. On ne l'emploie pas toujours, même dans cet état; on préfère l'enfermer quelque temps encore dans des caves où elle continue à s'améliorer.

Lorsque le moment est venu d'employer cette pâte, on la pétrit longtemps avec les pieds par le *marchage*, puis on en fait des ballons de 25 kilogr. environ, que les ouvriers faïçonneurs viennent prendre au fur et à mesure de leurs besoins.

Pour *façonner* une pièce, l'ouvrier place sa pâte sur le tour et la modèle à la main, puis il la laisse sécher quelque temps, après quoi un autre ouvrier la *tournasse*, c'est-à-dire qu'au moyen d'un outil d'acier, il achève de lui donner la forme et le contour qu'elle doit conserver: il est bon d'éviter de la polir avec la corne, car cette opération rend l'émaillage plus difficile.

Quant aux pièces telles que les garnitures et les anses, qui, n'étant pas rondes, ne peuvent se faire au tour, on les fabrique en coulant, dans des moules en plâtre, la terre à faïence délayée dans une quantité d'eau convenable.

Le plâtre du moule absorbe l'eau de la pièce, et la dessèche ainsi naturellement. Ces pièces accessoires sont alors retirées du moule, et appliquées sur les poteries au moment convenable.

Le tournassage est suivi du séchage des pièces, qui se fait dans des salles traversées par les tuyaux des cheminées des fours, et qui dure plusieurs jours.

Cuisson des faïences. — Après le séchage, on procède à la cuisson. Les fours à faïence sont généralement carrés à axe vertical à deux foyers; mais on fait usage aussi de fours ronds à axe vertical et à deux alandiers, placés en dehors du four. Les produits de la combustion se rendent sous une voûte établie à la partie inférieure du four, et traversent les carnaux dont cette voûte est percée, pour s'élever dans la partie supérieure, appelée *laboratoire*, où sont placées les poteries à cuire.

Ce laboratoire est partagé en deux étages superposés par un plancher percé de carnaux: le tout est surmonté d'une cheminée conique dans les fours ronds, et d'une cheminée à claire-voie dans les fours carrés.

L'étage supérieur, le moins chaud, reçoit les pièces crues à cuire en biscuit; l'étage inférieur, le plus chaud, est destiné à cuire les pièces en émail, car la fusion de l'émail exige une température plus élevée que la cuisson du biscuit: c'est-à-dire que la cuisson de la faïence commune est double, et qu'elle se fait, néanmoins, dans le même four.

Les pièces crues de l'étage supérieur se placent en *échappades*, c'est-à-dire sur des tablettes de terre cuite portées par des supports verticaux, en terre cuite aussi. Quant aux pièces à émailler, on les enferme dans des *cazettes*, ou boîtes d'argile, émaillées elles-mêmes à l'intérieur, afin d'empêcher les pièces de se dessécher.

La cuisson comprend deux périodes: celle du *petit feu* qui, dans un four carré de 5 mètres de hauteur et de 2^m,50 de côté, dure de 15 à 16 heures; celle du *grand feu*, qui dure de 12 à 13 heures. On peut défourner après 36 heures.

On a cuit longtemps au bois. Dans un four de la contenance ci-dessus, on brûlait environ 14 stères de bois mêlé de chêne, de charme et de hêtre, pour cuire une fournée contenant 140 douzaines de grosses pièces. Aujourd'hui, le combustible employé est la houille, qui procure une économie considérable.

Avec les fours carrés, la conduite du feu est difficile; nous avons d'ailleurs exposé, à propos des fours à briques, les avantages des fours ronds sur les fours carrés; nous n'y reviendrons pas ici.

Lorsque les pièces sont cuites en biscuit, il s'agit d'y appliquer l'é-

mail blanc à base d'étain, dont nous avons donné la composition plus haut. On en fait fondre les éléments, bien mélangés, dans le *bassin* du four, ou petite cavité ménagée dans sa partie inférieure. Cet émail est ensuite nettoyé, broyé et délayé dans l'eau, de manière à fournir une bouillie claire, ou *barbotine*, dans laquelle on plonge les pièces à émailler : c'est le procédé par *immersion* décrit précédemment. Après l'immersion, il faut retoucher les pièces, soit pour enlever les gouttes d'émail qui formeraient des irrégularités, soit pour remettre de l'émail aux rares points où il manquerait.

Lorsque l'émail s'est affermi, on encaste les pièces, et on les porte à l'étage inférieur du four. Sous l'action de la chaleur, l'émail entre en fusion, pénètre en partie dans le biscuit toujours poreux, et donne une couverte brillante, dure, et qui ne gercera pas, si l'émail est de bonne qualité, et s'il a été appliqué avec les soins convenables.

Ajoutons que la température de l'étage supérieur du four, où l'on cuit en biscuit, doit varier suivant la composition de la pâte, et qu'elle peut s'étendre de 26 à 37 degrés du pyromètre de Wedgwood, soit de 900 à 1.273 degrés centigrades environ. Celle du compartiment inférieur, où l'on cuit en émail, est un peu plus élevée, et comprise entre 60 et 70 degrés Wedgwood, soit entre 1.285 et 1.305 degrés centigrades.

Ces températures de cuisson, relativement élevées, ne le sont cependant pas assez pour chasser de la pâte tout l'acide carbonique qu'elle contient par sa marne. On peut voir en effet, par le tableau 13, que toutes les faïences artistiques contiennent encore de notables quantités d'acide carbonique : aussi font-elles toutes effervescence avec les acides.

Avant de quitter la préparation de la pâte de faïence, et de passer à la manière de la décorer, nous croyons utile de placer sous les yeux du lecteur les provenances des matières qui composent les pâtes de diverses fabriques.

A Sceaux, d'après M. Salvétat, on fait de très belle faïence au moyen du mélange suivant, exprimé en volume.

Glaize verte de Fresnes.	375
Marne blanche.	300
Terre à four de Picpus.	200
Sable de Fontenay.	100
Argile de Gentilly.	25

Les faïences ingerçables de M. Pichenot, à Paris, proviennent du mélange suivant :

Argile plastique de Vaugirard.	230
Marne de Ménilmontant.	250
Sable.	130
Ciment.	370

Ce ciment, qui provient du broyage des biscuits, n'ajoute à la pâte aucun élément nouveau : il n'intervient que comme matière antiplastique, et pour éviter la fente à la dessiccation.

Les faïenceries de Tours fabriquent une faïence brune, qui va très bien au feu, avec un mélange de parties égales en poids, de marne calcaire de Cambrai, et d'argile figuline impure appelée *terre des pâtes* ou *des prés*. Leur faïence blanche est formée des mêmes éléments, augmentés d'une marne calcaire dite de Fondettes.

A Nevers, on emploie un mélange de *terre blanche*, extraite d'un lieu dit *la Raye*, près de la ville; de *terre jaune* ou argile sableuse, extraite aux *Chaumaines*, et de *terre grise*, ou argile moins sableuse que la précédente, extraite aux *Neuf-Piliers*.

A Rouen, l'argile employée provient de la forêt de Lalondes, près de la ville; de Saint-Aubin-la-Campagne, à l'est de Rouen; de Bose-Roger, de Thuit-Hébert, et de Forges-les-Eaux. On ajoute au mélange du sable de Decize, près Nevers, qui est fusible, ou un grès pulvérisé qu'on fait venir de Pithiviers.

Au Havre, on emploie des argiles de Saint-Aubin, des terres prises au bord de la mer, et des marnes des prés.

Lunéville et Sarreguemines emploient des argiles de la localité.

On voit que les fabricants n'hésitent pas à aller chercher, souvent très loin, quelques-uns des éléments nécessaires à la pâte, afin d'obtenir des faïences irréprochables.

Application des peintures. — Abordons maintenant la partie décorative et artistique de la fabrication.

Dans la faïence commune, on applique la peinture, non pas sur la pâte elle-même, mais sur l'émail opaque qui la recouvre. On peut la poser, en couleurs de *demi-grand feu*, sur l'émail cru ou sur l'émail cuit; ou en couleurs de *moufle* ou de *petit feu* sur l'émail cuit, ce qui constitue trois procédés bien distincts.

Dans la *première méthode*, on saisit la pièce au moment où l'on vient de la tremper, à l'état de biscuit, dans le bain d'émail liquide, qui s'y

attache naturellement par absorption. Quand l'émail est assez sec, sur la surface raffermie, l'artiste trace, en couleurs vitrifiables de demi-grand feu, les ornements et les figures qui doivent décorer la pièce. Après quoi l'on encaste, et l'on porte la faïence au four où elle reçoit la deuxième cuisson, qui incorpore la peinture à l'émail en lui donnant un moelleux incomparable; un vernis plombé, incolore, et transparent, jeté sur le tout, achève de donner à la peinture un gras et un glacé sans rival.

C'est par ce procédé qu'ont été décorées les majoliques de la Renaissance italienne : il donne à la peinture une franchise de ton merveilleuse, mais il faut avouer qu'il est d'une application fort difficile, et qu'il exige de l'artiste une habileté, une sûreté de main consommée, car toute retouche est pour ainsi dire impossible sur un enduit pulvérulent, que le moindre frottement égrène, et que l'eau délaye.

De plus, l'obligation, pour les couleurs, de fondre à la même température que l'émail, c'est-à-dire vers 1,300 degrés centigrades environ, limite aux *couleurs demi-dures*, ou de *demi-grand feu*, le choix des couleurs qu'on peut appliquer à cette décoration; le nombre en est certainement moins grand que celui des couleurs tendres ou couleurs de moufle; mais cependant, la palette de l'artiste dispose encore d'une série de couleurs plus nombreuses et de tons plus variés que dans la série de couleurs de grand feu.

Le *second procédé* n'est guère qu'une variation du précédent, mais il est d'une application beaucoup plus facile, et il fournit des peintures dont la largeur de touche et le moelleux peuvent lutter presque avec ceux du premier procédé. Dans cette méthode, après avoir cuit la pièce en biscuit, on la trempe dans l'émail, et on la soumet à une deuxième cuisson pour la fondre. Alors, sur cet émail refroidi, l'artiste applique la peinture avec des couleurs de *demi-grand feu*; mais ici du moins, les retouches sont possibles et faciles; il peut effacer les teintes, les fondre au pinceau, les gratter, les surcharger, etc. Puis, lorsque la peinture est achevée, on remet la pièce, une troisième fois, au four chauffé à la température de fusion de l'émail et des couleurs; alors l'émail redevient fluide, et incorpore les couleurs, en leur donnant presque les qualités si remarquables du premier procédé.

La *troisième méthode* diffère essentiellement des deux autres : ce n'est plus une peinture qui fond en même temps que l'émail et qui est comme incorporée dans sa masse, ce sont des *couleurs tendres* ou de *moufle* appliquées sur l'émail cuit et fondues dans des mouffes à une

température qui ne dépasse jamais 1.000 degrés centigrades. L'émail ne fond pas à cette température relativement basse, aussi les couleurs n'y adhèrent-elles que par leurs propres fondants, qui leur donnent en même temps un certain glacé; mais on avive toujours les couleurs en les recouvrant d'un vernis plombifère et transparent. L'avantage de cette méthode est de mettre à la disposition du peintre toute la riche et nombreuse palette des couleurs de petit feu, toutes celles, du moins, qui ne sont pas décomposées par leurs combinaisons avec le plomb de l'émail; le nombre infini de nuances applicables au moufle permettent à l'artiste d'atteindre un fini parfait, un irréprochable modelé.

La nomenclature et la préparation des couleurs de demi-grand feu et de petit feu ont été données plus haut, à propos de la décoration des poteries; nous n'y reviendrons donc pas ici, mais nous devons dire quelques mots des émaux stannifères opaques et colorés qui remplacent souvent l'émail blanc sur les pièces et plaques de faïence commune, et qui reçoivent, comme lui, des peintures artistiques.

On obtient ces émaux de couleur, en mélangeant un oxyde colorant avec les éléments de l'émail blanc, dont nous avons donné plus haut le dosage, et en fondant le tout, comme on le fait pour ce dernier. Quelquefois, il suffit d'ajouter l'oxyde colorant à l'émail blanc finement broyé.

Voici les dosages en poids des émaux opaques le plus généralement employés.

Émail bleu	{	Email blanc.	95
		Oxyde de cobalt, azur	5
Émail vert.	{	Email blanc.	95
		Oxyde de cuivre	5
Émail vert pistache.	{	Email blanc.	94
		Protoxyde de cuivre	4
		Jaune de Naples.	2
Émail violet.	{	Email blanc	94
		Carbonate de manganèse pur.	6
Émail jaune.	{	Email blanc.	"
		Oxyde d'antimoine.	"

Les faïences décoratives pour la construction se fabriquent en plaques carrées ou rectangulaires; malheureusement, on ne peut obtenir des plaques de grandes dimensions, car la pâte est très calcaire et toujours un peu ferrugineuse, deux conditions qui tendent à

ramollir la faïence au four, et, par suite, à la déformer par affaissement. Ce défaut, peu accusé dans les pièces de faibles dimensions, s'accroît gravement, dès que la surface devient un peu grande, et occasionne des déchets fréquents. Aussi les plaques carrées ordinaires n'ont-elles pas plus de 0^m,20 à 0^m,25 de côté, et elles ont souvent moins. Les plaques rectangulaires ont des largeurs de 0^m,15 à 0^m,20 sur des longueurs variables qui ne dépassent jamais 0^m,60.

Au-dessus de ces dimensions, les plaques de revêtement ne sont plus exécutées que sur commande, et encore, on ne s'engage pas à livrer des plaques qui dépassent 1^m,00 de longueur sur 0^m,60 de largeur.

Les prix, d'ailleurs, s'élèvent rapidement avec la surface et deviennent bientôt presque inabordables. Ainsi les plaques de 0^m,20 \times 0^m,20 se vendent environ 2 fr. 25 la pièce; celles de 1^m,00 \times 0^m,60 ne coûteraient pas moins de 300 francs pièce; c'est-à-dire neuf ou dix fois plus cher que celles de 0^m,20 \times 0^m,20, à surface égale.

L'épaisseur de ces plaques varie naturellement avec la surface : elle ne dépasse pas 0^m,01 pour les petites, à pâte brune ou blanche, et atteint jusqu'à 0^m,025 et 0^m,030 et même plus pour les grandes.

Le revers reste à l'état de biscuit, et ne reçoit aucun émail afin de pouvoir adhérer à l'enduit de ciment qui le fixe aux murs. Les petites plaques de peu d'épaisseur portent même des petites saillies venues à la pâte, afin de faciliter l'adhérence.

Il est absolument indispensable que toutes les plaques soient bien coupées carrément et bien nettement, afin qu'elles puissent s'accoler l'une à l'autre, en laissant entre elles un joint, pour ainsi dire, imperceptible. Ce joint, malheureusement, on le voit toujours trop, fût-il réduit à la largeur d'un fil, et il produit, dans les panneaux d'ensemble, un quadrillage extrêmement désagréable. Aussi est-il vraiment à regretter qu'en l'état actuel, on ne puisse produire économiquement les plaques de faïence en grandes dimensions.

2. — FAÏENCES FINES

Historique. — La faïence fine, on l'a vu plus haut, est une poterie à pâte blanche, opaque, à texture fine, dure et sonore, recouverte d'une glaçure boracique ou plombifère. La pâte est composée d'argile plastique et de silex pyromaque ou de quartz broyé fin : mais on remplace souvent une certaine partie d'argile par du kaolin lavé, et une partie de silex par le même poids de feldspath ou de pegmatite.

Ainsi définie, la faïence fine se distingue de la faïence commune par sa pâte toujours blanche ou à peine jaunâtre, par sa glaçure extrêmement dure et toujours transparente. D'autre part, elle diffère de la porcelaine dure ou tendre, en ce que sa pâte est opaque et non translucide, poreuse et non vitrifiée à demi, et que sa couverte ne forme pas, comme celle de la porcelaine, une combinaison intime avec la pâte.

C'est donc un produit bien distinct, ayant une composition spéciale et des propriétés nettement définies. Bien des noms lui ont été donnés par les diverses nations européennes : en France, il est appelé *porcelaine opaque*, *demi-porcelaine*, *cailloutage*, *lithocérane*, *granit*, *china*; les Anglais l'appellent *earthen-vase*, *flint-vase*, *ironstone*, *wedgwood*, *white glaze*, *white granit*, *cream-colour*, *pearl-glaze*, etc; en Allemagne, c'est le *steingut*, la *feine faïence*, le *weissgranit*. Les Suédois l'appellent la *porslin aakta* (fausse porcelaine); les Italiens, la *terraglia*; les Espagnols, la *loza-fina*. Tous ces noms, généralement impropres, servent à désigner les diverses variétés de ces produits, dont les qualités peuvent un peu varier en intensité, mais qui n'en constituent pas moins un produit unique, auquel convient seul le nom général de *faïence fine*.

La faïence fine est une invention anglaise du siècle dernier. Quelques auteurs ont voulu cependant attribuer l'honneur de cette découverte à la France, en faisant remarquer que la faïence dite de Henri II, ou d'Oiron, dans le Poitou, est réellement une faïence fine. La remarque est juste, mais il convient d'ajouter que la fabrication du château d'Oiron n'a eu qu'une éphémère durée de vingt-cinq à trente ans, et que fabrique et fabricants disparurent brusquement, en ne laissant d'autre trace de leur passage qu'une cinquantaine de pièces, qui sont arrivées jusqu'à nous, et dont on ignorait encore, il y a quelques années, la provenance exacte.

On peut donc affirmer que les céramistes anglais qui ont trouvé, ou retrouvé, si l'on veut, la faïence fine, au milieu du XVIII^e siècle, ne connaissaient absolument rien de la faïence d'Oiron du XVI^e siècle, et que l'honneur de cette invention leur revient bien légitimement; l'histoire de cette découverte en fournit d'ailleurs une preuve évidente.

On sait que, depuis des siècles, l'industrie céramique en Angleterre est restée, pour ainsi dire, le monopole du Staffordshire, et que, dans ce comté même, elle est concentrée dans un district appelé autrefois les *Potteries*, et aujourd'hui *Stoke-Upon-Trent*. Jusqu'aux premières années du XVIII^e siècle, on n'y fabriquait guère que des poteries com-

munes, quelques faïences d'étain, et surtout des grès cérames. Un jour, Thomas Atsbury, le fils d'un potier de Burslem, voyageant à cheval, fut forcé de s'arrêter dans une auberge, afin de soigner son cheval atteint subitement d'un mal d'yeux. L'hôtelier lui conseilla d'employer, pour le guérir, du caillou calciné. Atsbury, remarquant que le caillou, qui était noir avant d'être mis au feu, était devenu blanc par la calcination, pensa qu'il pourrait, peut-être, blanchir la pâte rouge ou brune de ses poteries en la cuisant avec du silex calciné et broyé. Le succès répondit heureusement à ses prévisions. Dès, lors la faïence fine était créée; ceci se passait en 1730.

Trente trois ans plus tard, en 1763, l'illustre Wedgwood remplaçait le vernis des faïences d'Atsbury par des glaçures plombifères, et perfectionnait considérablement la fabrication de ces faïences, dont il créa même des variétés nouvelles. Plus noblement inspiré que Bernard Palissy, il mit l'Angleterre en possession des méthodes qui devaient élever si haut l'industrie des faïences fines, et la faire rayonner ensuite de l'Angleterre sur le monde entier.

Ce ne fut toutefois qu'en 1824 que cette fabrication fut importée en France. Nous devons cette importation précieuse aux longs et patients efforts de M. de Saint-Amand, qui faillit y échouer malgré l'intelligent appui de Brongniart et de Chaptal. Aujourd'hui, les faïences fines de Creil, de Montereau, de Choisy-le-Roi, de Chantilly, de Lunéville, de Toulouse, etc., rivalisent avec les plus belles faïences anglaises, et ont légitimement conquis la faveur du public.

Composition des pâtes et de leurs glaçures. — La composition de la pâte des faïences fines est variable avec les diverses qualités qu'on leur demande; on peut cependant la ramener, d'une manière générale, aux dosages limites suivants :

Dosages.	Argile plastique.	Silex pyromaque broyé.	Total.
1 ^{er} Dosage . . .	80	20	100
2 ^e Dosage . . .	65	35	100

L'argile plastique imprime à la pâte une grande plasticité qui la rend éminemment propre aux opérations du façonnage. Quant au silex, il constitue l'élément antiplastique ou dégraissant; sa fonction multiple est de diminuer, dans une proportion voulue, la plasticité trop grande de la pâte; de faciliter, au séchoir et au four, le départ de l'eau contenue dans l'argile; enfin, de blanchir la pâte et de lui donner une grande dureté.

Dans les dosages précédents, on peut remplacer une partie de l'argile plastique par du kaolin, pour obtenir une pâte encore plus blanche, et qui, se cuisant naturellement à une température plus élevée, deviendra beaucoup plus dure.

Si, en même temps, l'on remplace une partie du silex par un poids égal de feldspath (silicate d'alumine et de potasse) ou de pegmatite (quartz et feldspath), on élèvera encore la température de la cuisson, et l'on obtiendra une pâte encore plus blanche et plus dure.

On voit, par ces considérations, qu'on peut faire varier, dans des limites assez étendues, les qualités principales qu'on demande aux faïences fines, et qui sont la blancheur et la dureté.

D'un autre côté, la composition de la glaçure est variable avec celle de la pâte, et demande une grande attention; car la principale difficulté, dans la fabrication de la faïence fine, est précisément de composer des glaçures qui conviennent parfaitement aux pâtes, et qui puissent s'y maintenir, sans gercer ni tressaillir.

Autrefois, les faïences fines anglaises des frères Ellers étaient recouvertes d'une simple glaçure silico-alkaline. On l'obtient facilement en enfermant dans les cazettes un mélange de sel marin, de carbonate de soude, et d'oxyde de plomb. Sous l'action de la chaleur, ces substances se volatilisent, et se portent sur la surface de la pièce, où la silice de la pâte les décompose en un verre très mince, qui est un silicate alcalin.

Plus tard, Wedgwood remplaça cette glaçure silico-alkaline par une glaçure plombifère, dont la composition se maintient dans les limites suivantes :

Sable	30	35
Minium	45	45
Soude	15	15
Verre ordinaire	10	5

Les glaçures obtenues ainsi sont fort brillantes, mais aussi très fusibles et très tendres, au point d'être aisément rayées.

Ce fut après Wedgwood qu'on trouva la véritable glaçure des faïences fines, c'est-à-dire la glaçure boracique; l'introduction du borax eut pour résultat de blanchir plus parfaitement la pâte, et d'augmenter considérablement le brillant et la dureté de la glaçure. On sait que ce blanchiment de la pâte est dû à l'action dissolvante du borax sur les métaux en contact avec lui, et partant, sur l'oxyde de fer qui confine à

la glaçure. Un peu plus loin, le corps de la pâte, n'étant plus soumis à cette action décolorante du borax, conserve souvent une légère coloration.

Quant à la glaçure stannifère, on ne peut l'appliquer sur cette nature de poterie, car la pâte est privée de chaux; constatons, toutefois, que la variété, nommée *terre de pipe de Lunéville*, est revêtue d'un émail d'étain; mais aussi, la pâte contient 13, 16 % de chaux, et constitue plutôt une pâte argileuse et demi-dure que la pâte dure et siliceuse qui nous occupe en ce moment.

Pour se reconnaître au milieu des nombreux dosages de pâtes et de glaçures qu'on peut composer avec les éléments précités, les fabricants anglais ont partagé ces faïences en trois variétés, qui correspondent à des températures de cuisson de plus en plus hautes, et par suite, à des qualités de dureté de plus en plus grandes. Ces trois variétés sont :

1° La *terre de pipe*, composée d'argile et de silice, avec une petite proportion de craie qui abaisse la température de cuisson. On la cuit, avec sa glaçure, au même four, à la température relativement basse de 25 ou 30 degrés Wedgwood environ (900 à 1.100 degrés centigrades). Elle constitue la variété la plus commune et la plus tendre; et elle présente, d'après Schumann, la composition suivante :

Argile plastique.	86	} 100
Silice.	13	
Chaux.	1	

Quant à la glaçure, elle correspond à la formule suivante :

Sable.	31	} 100
Minium.	30	
Litharge.	27	
Feldspath calciné.	7	
Borax.	3	
Cristal.	2	

2° Le *cailloutage anglais*, ou *faïence caillouteuse*, ne renferme plus ni craie, ni chaux, mais seulement de l'argile plastique et du silice; il exige une température de cuisson beaucoup plus élevée pour la pâte que pour la glaçure, savoir 60 degrés Wedgwood (environ 1.300 de-

grés centigrades), et 20 ou 25 degrés pour la glaçure (900 degrés centigrades au plus). La pâte est beaucoup plus dure que dans la variété précédente. Voici la composition ordinaire du cailloutage anglais :

Argile plastique.	87	} 100
Silex.	13	

La glaçure est composée d'après la formule suivante :

Sable de feldspath altéré	42	} 100
Minium	26	
Borax	21	
Carbonate de soude.	11	

3° La *faïence fine feldspathique*, improprement appelée *porcelaine opaque*, ou *porcelaine anglaise*, constitue la variété la plus dure, la plus fine et la plus estimée de toute les faïences fines. La pâte, qui contient du feldspath et du kaolin, cuit à la haute température de 90 à 100 degrés Wedgwood (de 1.370 degrés à 1.400 degrés centigrades). La glaçure est kaolinique, et cuit à la chaleur blanche, c'est-à-dire de 27 à 30 degrés Wedgwood (de 1.000 à 1.400 degrés centigrades). Voici du reste, d'après Saint-Amand, la composition de cette faïence : la pâte contient :

Argile plastique.	62	} 100
Kaolin.	15	
Silex.	19	
Feldspath altéré.	4	

Quant à la glaçure, elle est composée de :

Oxyde de plomb.	52	} 100
Kaolin caillouteux.	25	
Silex.	13	
Cristal.	10	

Cette glaçure ne contient pas de borax ; mais on en fait de très bonne qualité, en employant économiquement l'acide borique sous forme de borate de chaux natif, exporté du Pérou, et additionné de 25 %, de carbonate de soude.

Voici un dosage qui donne de bons résultats :

Cornishstone.	22,5	} 100
Borate de chaux.	30,0	
Carbonate de soude.	7,0	
Cristaux de soude.	7,0	
Silex.	12,0	
Craie.	4,5	
Céruse.	15,0	
Oxyde d'étain.	2,0	
Oxyde de cobalt.	traces	

On calcine ensemble les six premières substances, et on y ajoute les trois dernières.

Arrivons aux faïences françaises.

Les faïenceries des environs de Paris fabriquent, presque exclusivement, de la *faïence fine caillouteuse* et de la *terre de pipe*; elles emploient, en général, l'argile de Montereau, argile un peu grisâtre, très riche en silice, mais beaucoup moins riche en alumine que l'argile anglaise : aussi ces faïences sont-elles cuites à une température notablement inférieure à celles des faïences similaires d'Angleterre, et ne sont-elles jamais aussi blanches. En voici, d'ailleurs, la composition : la pâte contient :

Argile de Montereau	87	} 100
Silex	13	

La glaçure est généralement très fusible, et se cuit dans des fours chauffés à 18 degrés Wedgwood seulement; en voici deux formules :

Minium	45	45	} 100
Sable quartzeux blanc.	28	36	
Soude à 70°	17	17	
Verre ordinaire.	9	»	
Borax du commerce.	1	»	
Nitre.	»	2	

Quant aux véritables *faïences fines*, ou *porcelaines opaques*, en voici la composition pour quelques fabriques françaises :

A Creil, la pâte contient :

Argile de Montereau.	20	} 100
Argile d'Albertstone	20	
Kaolin anglais.	30	
Feldspath de Limoges.	18	
Silex broyé	12	

On obtient la glaçure en faisant fondre, d'abord, les éléments suivants dans un four à réverbère :

Borax	28,0	} 100
Feldspath	17,4	
Carbonate de chaux.	14,0	
Minium	14,0	
Chaux.	13,3	
Oxyde de plomb broyé	13,3	
Oxyde de cobalt.	traces	

Le verre obtenu de la sorte est broyé, et mêlé dans l'eau avec du silex et du fedspath, dans les proportions suivantes :

Verre ci-dessus fondu.	62	} 100
Feldspath	13	
Silex broyé	25	

A Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure), la pâte contient :

Terre de Forges.	74	70	} 100
Silex broyé	13	20	
Kaolin anglais.	10	5	
Kaolin de Limoges.	3	5	

La glaçure est composée des éléments suivants qui donnent de très bons résultats :

Carbonate de plomb	54	} 100
Cristal	27	
Silex	12	
Minium	7	
Borax cristallisé.	1	

A Saint-Amand (Nord), la pâte contient :

Silex broyé	32	} 100
Argile de Valendar, près Coblentz	24	
Argile d'Andennes.	24	
Kaolin	20	

La glaçure se compose ainsi :

Minium	60,0	} 100
Sable.	30,0	
Feldspath	3,5	
Borax	3,5	
Craie	3,0	

Dans l'importante faïencerie de Kéramis, en Belgique, la pâte a la composition suivante :

Argile de Montereau	60	25	} 100
Silex broyé	25	30	
Feldspath anglais	10	15	
Argile de Valendar	5	15	
Kaolin	»	15	

Pour faire la glaçure, on commence par fondre ensemble les éléments suivants :

Sable quartzeux.	30	} 100
Borax anglais	30	
Feldspath	15	
Carbonate de chaux.	15	
Kaolin anglais.	10	

Puis on mélange le verre, obtenu de la sorte, avec de la céruse et du feldspath de Bayonne, dans les proportions suivantes :

Verre ci-dessus fondu.	50	} 100
Céruse.	25	
Feldspath de Bayonne.	25	

Les glaçures que nous venons de passer en revue présentent d'autant moins de dureté que le minium est en proportion plus forte, et elles sont d'autant plus brillantes et plus dures que le borax et le silex sont en plus grande quantité : sous ce rapport, on peut voir que les

glaçures de Forges et de Saint-Amand sont moins dures et moins brillantes que les autres.

Nous terminons ce qui regarde la composition des faïences fines en donnant, dans le tableau suivant, l'analyse chimique, d'après M. Salvétat, des faïences de Wedgwood, de M. Minton, et de la manufacture de Creil.

TABLEAU 49. — COMPOSITION CHIMIQUE DE QUELQUES FAÏENCES FINES

DÉSIGNATION des faïences.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ALCALIS.
Faïence de Wedgwood .	76,40	20,45	1,00	0,75	0,14	1,60
— de M. Minton . .	72,60	21,10	1,10	*	*	2,20
— de Creil	66,40	32,30	0,55	0,14	*	1,10

Fabrication des faïences fines. — Après qu'on a fixé la nature et le dosage des matières premières, on broie très fin, sous des meules, les argiles et les kaolins; puis on les délaye dans l'eau, et on tamise le tout, pour en retenir les parties caillouteuses. Quant aux silex employés, on les extrait généralement du terrain crétacé; ils sont calcinés et broyés. Puis silex et argiles sont mêlés dans des gâchoirs, et amenés à l'état de bouillie assez consistante, pour que les matières ne puissent plus se séparer par ordre de densité. Cette pâte est ensuite versée dans de longues caisses, chauffée et brassée au râteau, jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment raffermie.

Rappelons encore ici une pratique efficace que nous avons déjà signalée à propos de la fabrication d'autres produits céramiques: c'est celle du *pourrissage*; il consiste, on le sait, à enfermer et à conserver les terres argileuses, avant de les employer, dans des caves humides, durant sept ou huit mois. Elles y subissent une transformation qui n'est pas encore nettement définie, mais qui les améliore positivement, en rendant la pâte plus fine, plus *longue* et plus facile à travailler. On sait cependant que, durant ce pourrissage, l'oxyde de fer de l'argile doit se dissoudre avec le temps et se transformer en sulfate de fer soluble, qui disparaît en laissant une pâte plus blanche et plus ductile.

La pâte de faïence fine est très plastique, et se façonne aisément; le *façonnage* comprend l'*ébauchage* et le *tournassage*, opérations que nous avons décrites à propos des faïences communes. Les pièces rondes, telles que les assiettes, se façonnent au moyen du tour et d'un instrument fixe, en acier ou en laiton, appelé *calibre* ou *gabarit*, dont le

tranchant représente le profil que doit présenter la surface extérieure de l'assiette; mais le tour ne peut servir qu'aux pièces circulaires. Celles qui sont ovales, carrées ou rectangulaires se fabriquent par *moulage*. Ce procédé consiste à couler la bouillie de faïence dans des moules en plâtre qui absorbent l'eau, et d'où on la retire, à demi-desséchée, au bout de quelques minutes. On en termine la dessiccation dans les séchoirs, et on procède ensuite à la cuisson de la pâte en biscuit.

Cuisson des faïences fines. — Les fours en usage sont généralement ronds, avec alandiers à la base. Leurs dimensions varient depuis 4^m,00 de diamètre et 3^m,00 de hauteur, avec 8 alandiers, jusqu'à 6^m,00 de diamètre et 6^m,00 de hauteur, avec 8 alandiers aussi; mais on s'en tient ordinairement aux dimensions moyennes de 4^m,00 de diamètre et de 4^m,40 de hauteur. Un tel four peut contenir 87 piles de cazettes. Chaque pile compte environ 18 cazettes de 0^m,24 de hauteur, renfermant chacune une quinzaine d'assiettes, ce qui attribue au four une contenance totale d'environ 20,000 assiettes.

On enferme les pièces à cuire dans des cazettes, ainsi qu'on l'a vu pour la faïence commune, et sans précautions spéciales, car il n'y a guère à craindre que la pâte ne se ramollisse. On emploie la houille comme combustible. La cuisson dure, environ, 40 heures dans les fours moyens; elle s'élèverait à 72 heures dans les fours de la plus grande dimension. On juge du retrait de la cuisson par le retrait que prennent les *montres*, ou petites boules creuses en pâte de faïence.

Le biscuit ainsi obtenu n'est pas complètement imperméable, car il n'est pas cuit *en grès*, et il n'est d'aucun usage en tant que biscuit. Il est porté aux ateliers pour recevoir la glaçure.

Les éléments qui doivent composer la glaçure sont dosés, broyés très fin, puis délayés dans l'eau d'une cuve, de manière à donner une bouillie claire. En général, on pose la glaçure par *immersion*: ce procédé consiste, on l'a vu plus haut, à plonger rapidement la pièce dans la bouillie. La pâte absorbante du biscuit retient une certaine quantité de la poudre du vernis, qui reste à la surface. En certains cas, on glace par *arrosement*, en versant directement sur la pièce la bouillie claire de la glaçure.

Après le vernissage, on reporte les pièces au four, pour cuire le vernis. Les fours à vernis sont souvent les mêmes que les fours à biscuits; seulement ils sont beaucoup moins chauffés que ces derniers; cependant quelques fabricants construisent, pour cuire en vernis, des fours

spéciaux de même forme, mais plus petits, mesurant environ 3^m,30 de diamètre et 4^m,20 de hauteur.

L'encastage des pièces à glacer demande beaucoup plus de soin que celui des pièces à biscuit : les cazettes sont lutées et maintenues bien verticalement les unes sur les autres ; elles sont enduites de vernis à l'intérieur, afin de ne pas absorber, sous l'action du feu, le vernis qu'on a déposé sur la surface des pièces. On dispose les piles de cazettes de manière à permettre la libre circulation de la flamme autour d'elles. Enfin, on choisit la place qu'elles doivent occuper dans le four suivant le degré de fusibilité de la glaçure, et la température qui règne aux différentes parties du four. On sait, d'ailleurs, par expérience, que les régions inférieures et moyennes sont les moins chaudes.

Le combustible employé est la houille, comme pour le biscuit. On met, à toutes les heures une charge de houille. Après 12 heures de feu, la glaçure entre en fusion ; dès lors, il faut faire en sorte de maintenir la température au même degré jusqu'à la cuisson parfaite. On peut estimer à une quinzaine d'heures la durée de la cuisson. Le défournement se fait, après quelques heures, en ouvrant le four progressivement.

Nous avons donné plus haut les températures de cuisson des diverses qualités de faïences fines et de leurs glaçures ; nous ne les répéterons pas ici.

Décoration des faïences fines. — On décore les faïences fines de peintures, qu'on étend, soit *sous la glaçure*, soit *sur la glaçure*.

La *peinture sous glaçure* est appliquée directement sur le biscuit, qui est blanc et presque imperméable, et non plus sur un émail opaque, comme pour les faïences communes. On étend cette peinture en couleurs vitrifiables, soit au *pinceau*, soit par l'*impression*. L'impression est le procédé généralement suivi pour les peintures noires, bleues, brunes ou roses, qui décorent souvent les plaques de revêtement, et surtout les services de table et de toilette.

Après la pose de la peinture, on passe les pièces au moufle, afin d'enlever l'essence ; ensuite, on pose et l'on cuit la glaçure. Mais, dans ce cas, on doit composer le vernis de telle manière que sa température de fusion soit inférieure à celle de la peinture. De là l'obligation de choisir des glaçures assez fusibles pour les peintures en couleurs de moufle. Avec les couleurs dures, au contraire, on prend des glaçures qui se cuisent avec la peinture, dans les fours à vernis que nous venons de décrire.

La *peinture sur glaçure* s'applique absolument de la même manière que sur l'émail des faïences communes, et nous n'y reviendrons pas ici. Nous ferons seulement remarquer que les considérations que nous venons de présenter sur les rapports de fusibilité de la peinture et de la glaçure sont absolument applicables au cas qui nous occupe.

Fabriques de faïences fines. — Au premier rang des pays qui produisent la faïence fine, on peut placer l'Angleterre, qui en fabrique annuellement pour plus de 60 millions de francs, chiffre qui dépasse de plus de moitié toute la production européenne. Elle en exporte pour plus de 40 millions de francs dans le monde entier.

Presque toute la fabrication anglaise est concentrée dans un district du Staffordshire, appelé autrefois les *Potteries* et aujourd'hui Stoke-upon-Trent.

Là se trouvent des centres céramiques : Stoke, Burslem, Longhton, Newcastle-under-Lyme, etc., simples villages il y a cent ans, devenus aujourd'hui des villes florissantes. On y compte plus de 200 fabriques de faïence fine, au premier rang desquelles il faut citer celle de M. Minton, qui occupe plus de 4.600 ouvriers. Après cette manufacture, qui produit aussi de la porcelaine tendre, il en est d'autres, fort importantes aussi, telles que celles de MM. Copeland, Ridgway, Wedgwood, Pinder-Bourne, Jones, Broivuffed, qui occupent chacune de 400 à 600 ouvriers; puis viennent environ 150 petites fabriques, qui n'emploient pas moins d'une vingtaine d'ouvriers.

Les grandes faïenceries exécutent elles-mêmes la série complète des nombreuses opérations exigées par cette fabrication. Mais il s'est créé, dans la contrée, des usines qui exécutent spécialement le broyage des matières dures, la barbotine de silice, celle de Cornish-stone, et même l'argile délayée. Toutes ces barbotines sont enfermées dans des barils et vendues, à densité déterminée, aux petits fabricants qui les mélangent eux-mêmes, les additionnent, au besoin, de feldspath et de kaolin, les façonnent et les cuisent.

A l'exception de l'acide borique et de ses dérivés, toutes les matières premières, employées en Angleterre, sont extraites de son sol. L'argile plastique est tirée du Dorsetshire et du Devonshire. Le kaolin, la pegmatite sont fournis par le Cornwall. Les silices sont recueillis sur les côtes sud de l'Angleterre, et quelquefois aussi, rapportées, comme fret, des côtes de Dieppe.

En France, c'est à Creil et à Montereau qu'existent les plus importantes fabriques de faïences fines. Il en est d'autres, fort considérables

aussi, dans les environs de Paris : à Choisy-le-Roi, à Chantilly; à Lunéville, à Toulouse, à Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure), à Saint-Amand (Nord), etc.

La Belgique possède les faïenceries importantes de Kéramis, à MM. Boch frères, et de Jemmapes à M. Capelle; la première occupe plus de 300 ouvriers.

Dans les Pays-Bas, nous trouvons, à Maëstricht, les importantes usines de M. Regont, qui occupent plus de 2.600 ouvriers, dont 1.400 sont employés à la production de la faïence fine; citons encore la faïencerie de la Société céramique à Wyck, et celle de M. Boch dans la même localité.

L'Autriche, la Suède, l'Italie, l'Espagne possèdent aussi quelques fabriques de faïences fines.

TABLE DES MATIÈRES

TEXTE

PREMIÈRE PARTIE

CÉRAMIQUE DES CONSTRUCTIONS

CHAPITRE PREMIER. — DES ARGILES

	Pages.
Argile pure	2
Argiles communes	4
Argile figuline	6
Argile smectique	7
Gisements des argiles	7
Composition des argiles communes	8
Kaolin	8
Composition de quelques kaolins	10

CHAPITRE DEUXIÈME. — FABRICATION DES TERRES CUITES

Briques, tuiles, carreaux, poteries

1. — APERÇU HISTORIQUE

Sur les briques	11
Sur les tuiles	14
Sur les carreaux	16

2. — FABRICATION PROPREMENT DITE

Substances argileuses, ou plastiques	17
Substances dégraissantes, ou antiplastiques	17
Principes généraux de la fabrication	18

3. — FABRICATION EN PÂTE MOLLE A LA MAIN

Description du procédé	19
----------------------------------	----

4. — FABRICATION EN PÂTE MOLLE PAR LES MACHINES

Description générale du procédé et des machines employées	24
Machine à briques de MM. Cazenave et Jardin	26
— de M. Brethon	27
— de Carville	27
— à deux hélices de MM. Boulet, Lacroix et C ^e	27
Avantages et défauts de ce procédé	31

5. — FABRICATION EN PÂTE FERME OU DEMI-DURE

Description générale du procédé et des machines employées	33
Machine à diviser les moites de terre de MM. Boulet, Lacroix et C ^e	34
Machine à étirer de M. Joly-Barbot, à Blois	37
Malaxeurs	38
Presses mécaniques à tuiles de M. Joly-Barbot, à Blois	38
Presses rebatteuses à levier	39
Malaxeur à axe vertical de MM. Boulet, Lacroix et C ^e	40
Machine à étirer	40
Machine à étirer à rouleaux propulseurs de MM. Boulet, Lacroix et C ^e	41
Machine à étirer et à comprimer	41
Presse à friction pour grands produits	41
Machines à boisseaux dits « Revolver »	41
Machine à briques de M. Chambrette-Belon, à Bèze	43
Machines de la maison Pinette, à Chalon-sur-Saône	43
Avantages et défauts de ce procédé	44

6. — FABRICATION EN PÂTE DURE

Description générale de la méthode et des machines employées	45
--	----

	Pages.
7. — COMPARAISON DES TROIS MÉTHODES PRÉCÉDENTES	59
8. — FABRICATION EN PÂTE SÈCHE	54
9. — SÉCHAGE DES PRODUITS MOULÉS	57
Retrait dû au séchage.	91
CHAPITRE TROISIÈME. — CUISSON DES PÂTES CÉRAMIQUES	
1. — EFFETS DE LA CHALEUR SUR LES PÂTES CÉRAMIQUES	
Fusibilité des pâtes céramiques.	63
Température de cuisson des pâtes céramiques.	67
Retrait des pâtes à la cuisson.	69
2. — COMBUSTIBLES	
Combustion.	70
Combustibles industriels.	72
Chaleur spécifique.	73
Puissance calorifique.	75
Air nécessaire à la combustion.	76
Température de combustion.	77
Chaleur rayonnante des combustibles.	79
Bois.	79
Tourbe.	82
Lignite.	84
Houille.	85
Anthracite.	87
Combustibles gazeux.	88
Puissance calorifique des combustibles.	92
Quantité de chaleur nécessaire à la cuisson des terres cuites.	93
CHAPITRE QUATRIÈME. — FOURS CÉRAMIQUES	
Considérations générales.	96
1. — FOURS INTERMITTENTS	
Fours flamands.	98
Fours non voûtés.	201
Fours carrés voûtés.	102
Fours ronds voûtés.	104
Fours superposés.	106
2. — FOURS CONTINUS À FOYER MOBILE	
Four continu Jolibois.	108
Four continu Fréd. Hoffmann.	111
Four continu A. Simon.	125
Four continu Joly-Barbot.	131
Four Marie.	133
3. — FOURS CONTINUS À FOYER FIXE	
Four Deminuid.	133
Four Péchiné.	133
Four Colas et Boris.	134
Four Dueberg.	134
Four Curot.	135
4. — FOURS SEMI-CONTINUS	
Four semi-continu Bill.	137
Four semi-continu Bourry.	138
5. — FOURS INTERMITTENTS À AIR CHAUD	
Four tunnel intermittent Virollet et Duverne.	141
Four intermittent Boulet frères.	144
6. — FOURS CONTINUS À GAZ	
Historique et considérations générales.	145
Four continu à gaz de MM. Muller et Fichet.	147
Four continu à gaz de la Société de Schwandorf.	149
Four continu à gaz ou au combustible solide de M. Marie.	161
7. — EXAMEN COMPARATIF DES FOURS CÉRAMIQUES	166

DEUXIÈME PARTIE

CÉRAMIQUE DÉCORATIVE

	Pages.
Considérations générales	169
CHAPITRE PREMIER. — DÉCORATION DES POTERIES	
Définitions.	173
1. — POTERIES SIMPLES	
Pâtes naturellement blanches.	174
Pâtes artificiellement blanches.	174
Pâtes naturellement colorées.	174
Pâtes artificiellement colorées.	174
2. — POTERIES COMPOSÉES ET GLAÇURES	
Définitions.	177
Conditions d'une bonne glaçure	177
3. — GLAÇURES INCOLORES	
Nomenclature et composition des glaçures incolores.	179
Modes d'application des glaçures.	180
Glaçure silico-alcaline	182
Glaçure plombifère, ou <i>vernis</i>	183
Glaçure stannifère, ou <i>émail</i>	184
Glaçure boracique.	184
Glaçure alcalino-terreuse, ou <i>couverte</i>	185
4. — GLAÇURES COLORÉES, OU ÉMAUX	
Définitions.	186
Oxydes colorants.	187
5. — PEINTURE DES POTERIES	
Historique	188
Couleurs vitrifiables.	192
Fondants	192
Matières colorantes	195
Préparation des couleurs.	196
Position des couleurs	196
Peintures sous glaçure	196
Peintures sur glaçure.	197
Métaux.	198
6. — BRIQUES ET TUILES VERNISSÉES	
Historique.	200
Procédés actuels de vernissage.	202
Composition de quelques vernis plombifères	205
CHAPITRE DEUXIÈME. — CARRELAGES CÉRAMIQUES	
Historique.	207
Choix et dosage des terres	210
Fabrication des carreaux céramiques.	213
Autre mode de fabrication.	215
Pose des carrelages céramiques	216
Glaçure des carreaux céramiques.	216
Fabriques principales de carreaux céramiques.	218
CHAPITRE TROISIÈME. — FAÏENCES DÉCORATIVES	
Définitions.	221
1. — FAÏENCE COMMUNE, OU TERRE CUITTE ÉMAILÉE	
Terre cuites des Grecs	222
Faïences hispano-mauresques.	224
Majoliques italiennes.	225

	Pages.
Faïences françaises du ^{xv} ^e siècle	228
— d'Henri II ou d'Orléans	229
— de Bernard Palissy	230
— à relief, de Normandie	232
— de Nevers	233
— de Rouen	234
— de Moustiers	234
— de Marseille	235
— des Flandres	235
— d'Alsace	235
— diverses	236
— de Delft	236
— allemandes	237
— anglaises	237
— suisses	237
— modernes	237
Composition et fabrication des faïences communes	237
Cuisson des faïences	242
Application des peintures	244

2. — FAÏENCES FINES

Historique	247
Composition des pâtes et de leurs glaçures	249
Fabrication des faïences fines	256
Cuisson de la glaçure	257
Décoration des faïences fines	258
Fabriques principales de faïences fines	259

PLANCHES

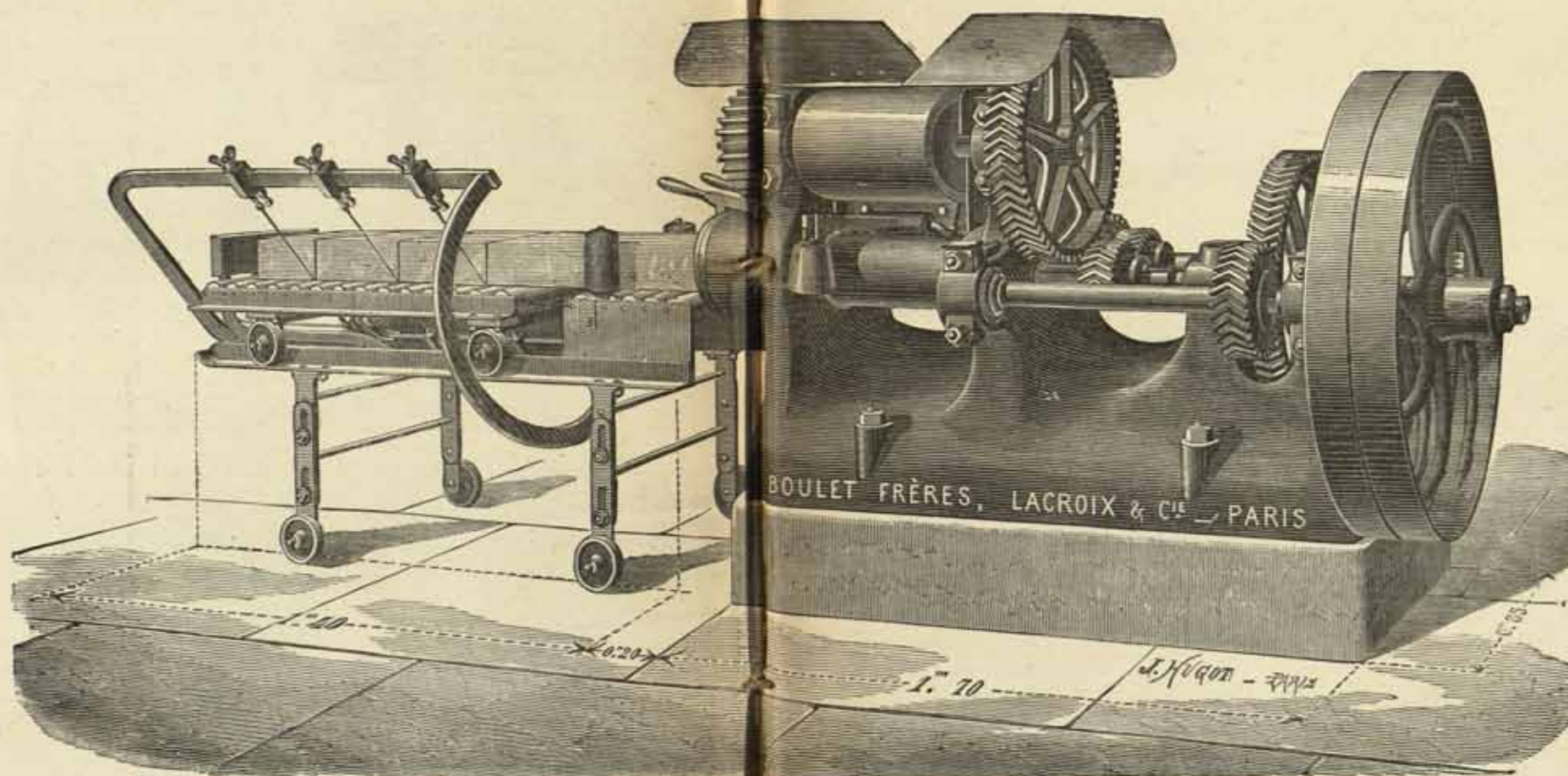
Planches.

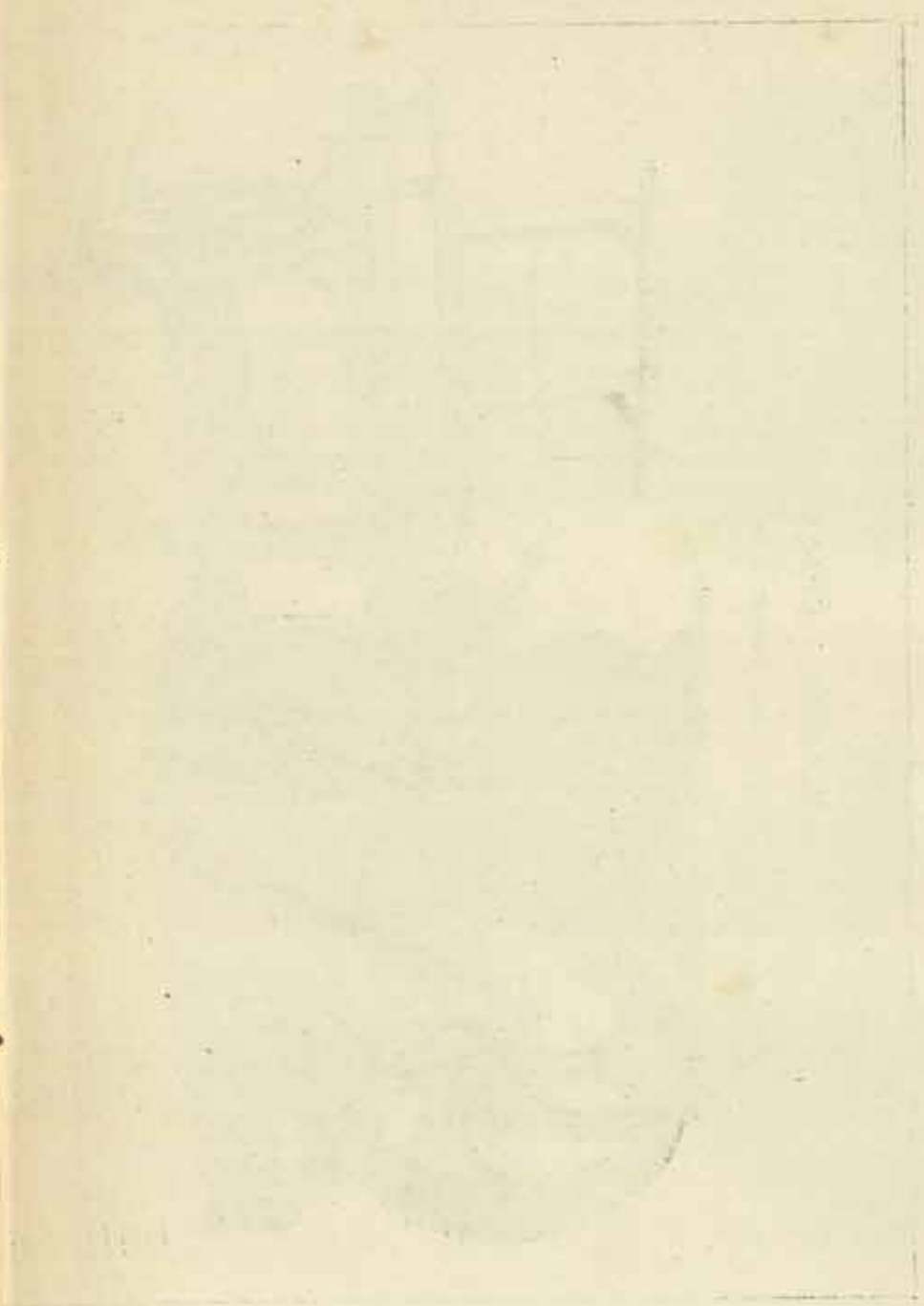
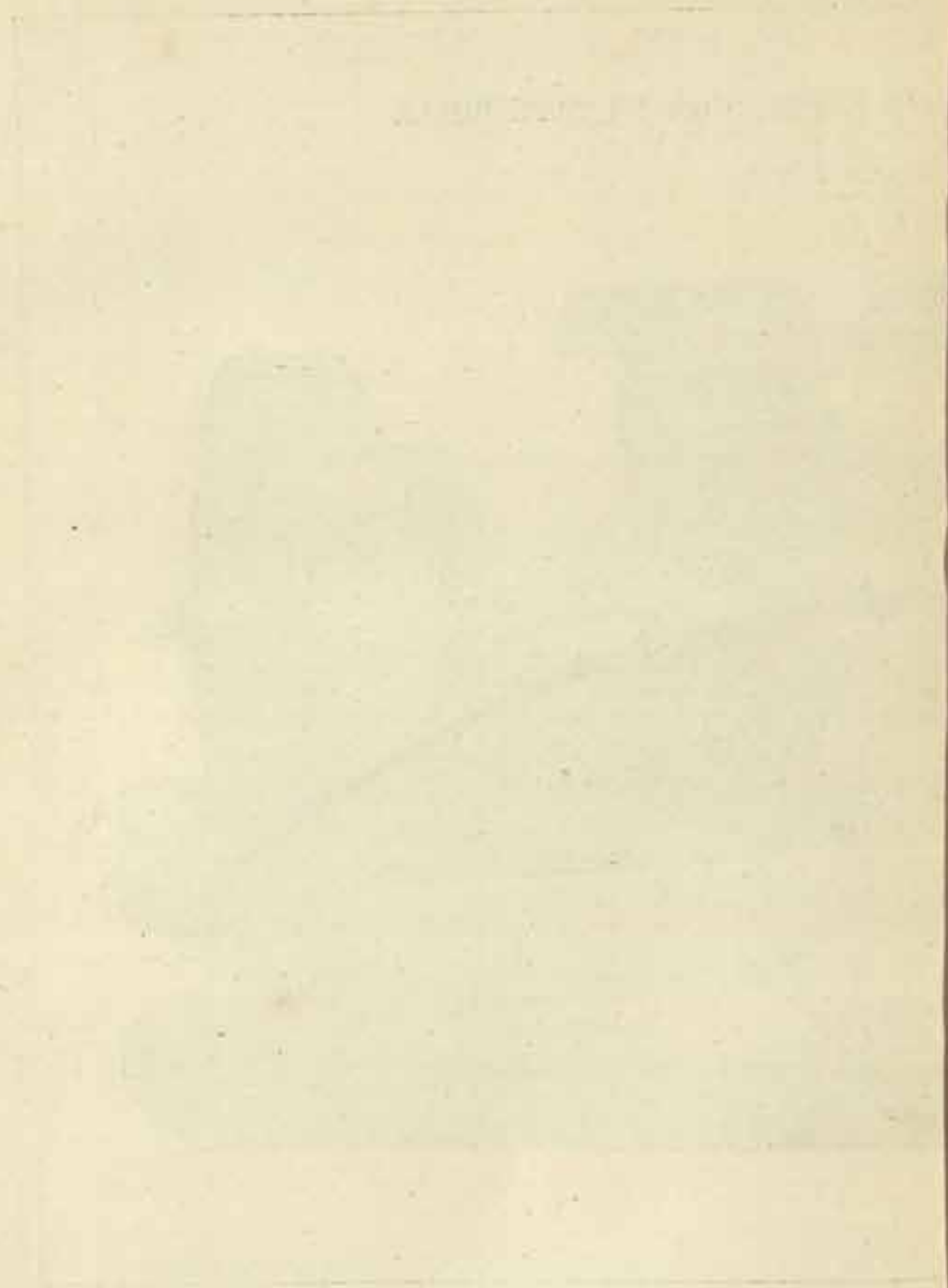
1. — Machine à briques à deux hélices.
2. — Machine à étirer.
Presse mécanique à pression triple.
Presse rabatteuse à levier.
3. — Machine à tuiles plates sans emboîtement.
Machine à cylindres cannelés, pour diviser les mottes de terre.
4. — Malaxeur vertical à terre ferme.
Machine à étirer à rouleaux propulseurs.
5. — Machine à friction, pour grands produits.
Machine à boisseaux, dite « Revolver ».
6. — Four rectangulaire non voûté.
Four rectangulaire voûté.
Four carré voûté.
7. — Four rond voûté.
Four à deux compartiments superposés.
Four continu Jolibois.
8. — Four continu de M. Fréd. Hoffmann.
Four continu de M. A. Simon.
9. — Four continu au gaz, de MM. Muller et Fichet.
10. — Four continu au gaz, de la Société de Schwandorf (1^{re} planche).
11. — Four continu au gaz, de la Société de Schwandorf (2^e planche).
12. — Four continu au gaz et au combustible, de M. Marle.

MACHINES CÉRAMIQUES

MACHINE A BRIQUES, A DEUX HÉLICES, POUR FABRICATION EN PATE MOLLE

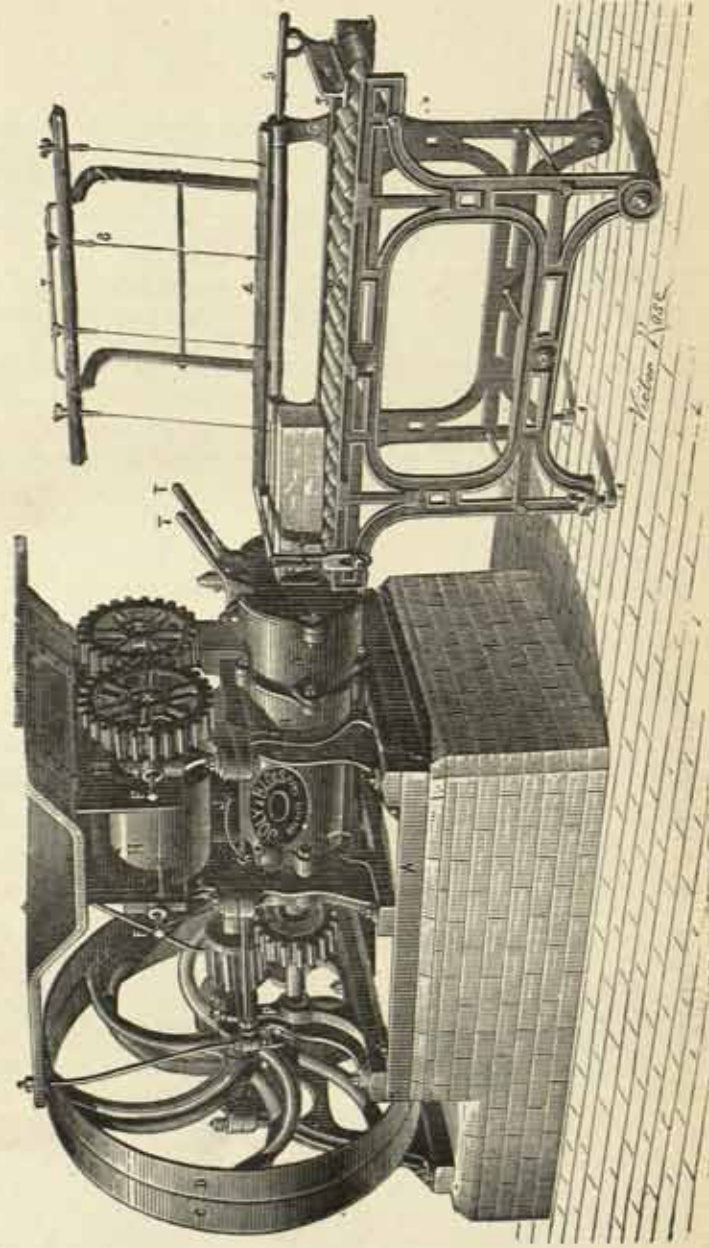
(Système BOULET LACROIX et C^{ie}, à Paris)





MACHINE A ÉTIRER

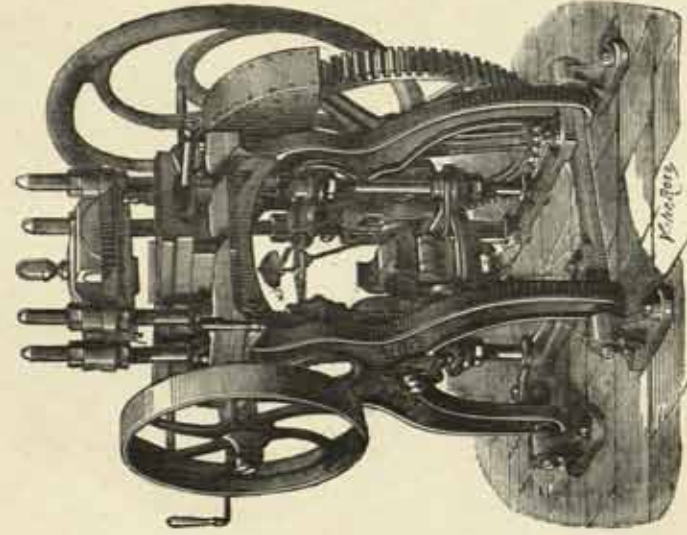
(Système JOLY-BARBOT, à Blois).



PRESSE MÉCANIQUE A PRESSION

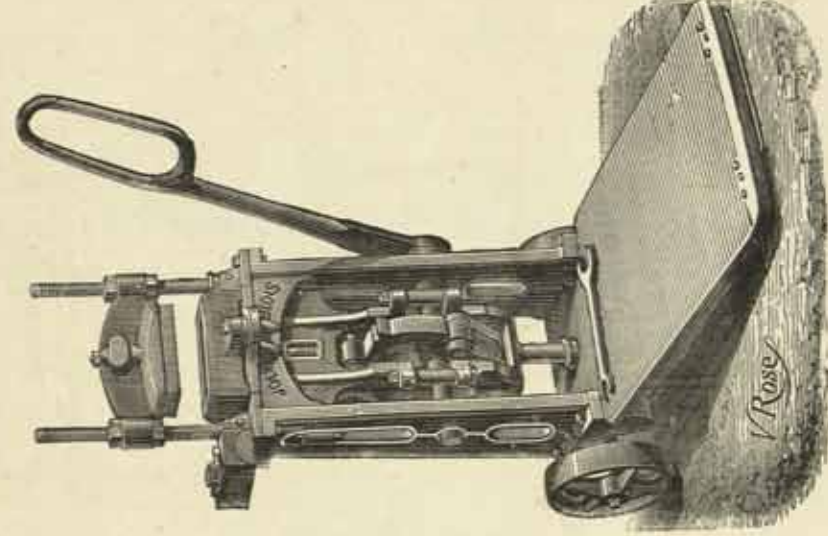
TRIPLE

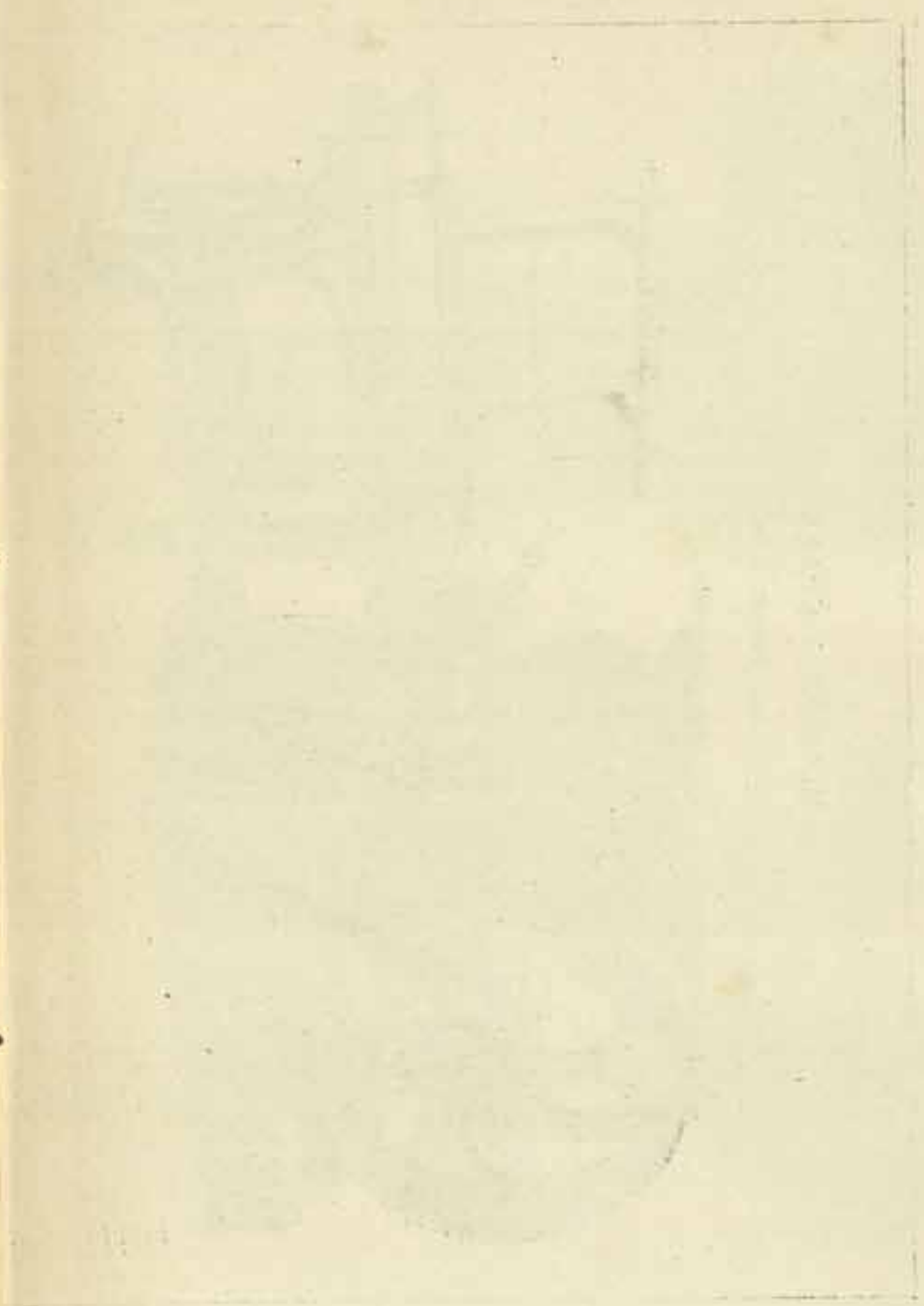
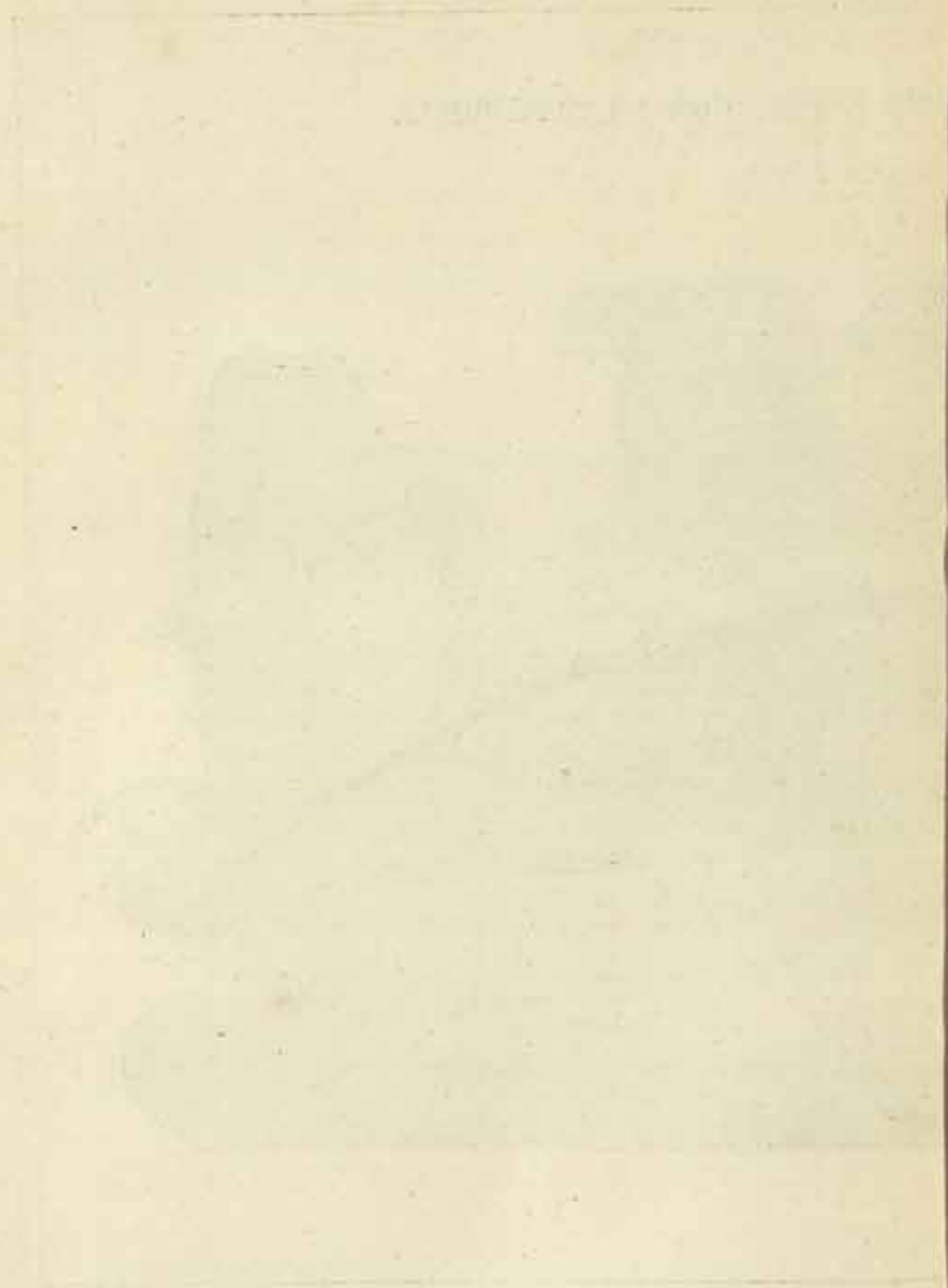
(Système JOLY-BARBOT, à Blois).



PRESSE REBATEUSE A LEVIER

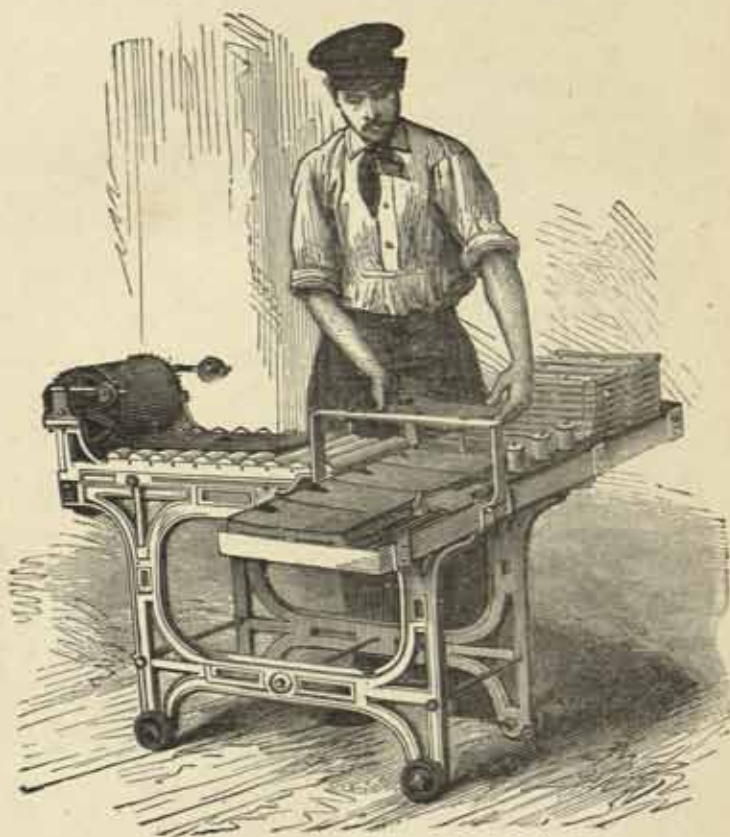
(Système JOLY-BARBOT, à Blois).





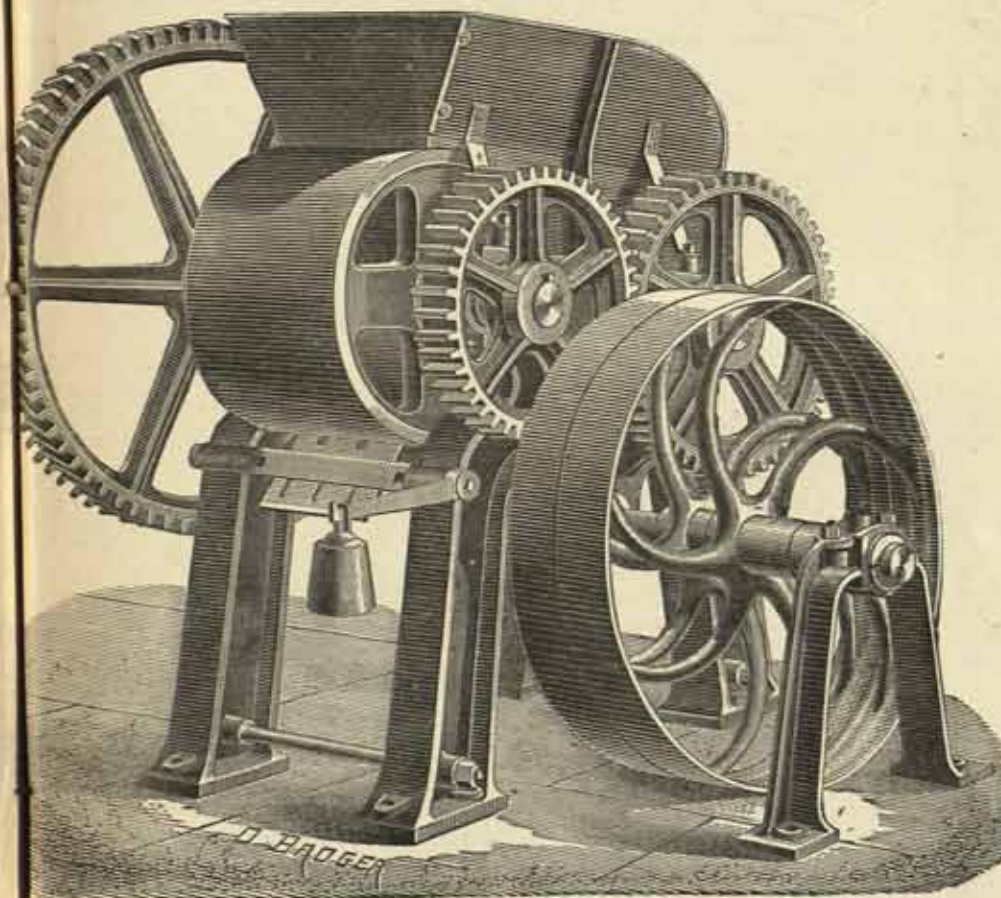
MACHINE A TUILES PLATES
SANS EMBOÎTEMENT

(Système JOLY-BARBOT, à Blois).



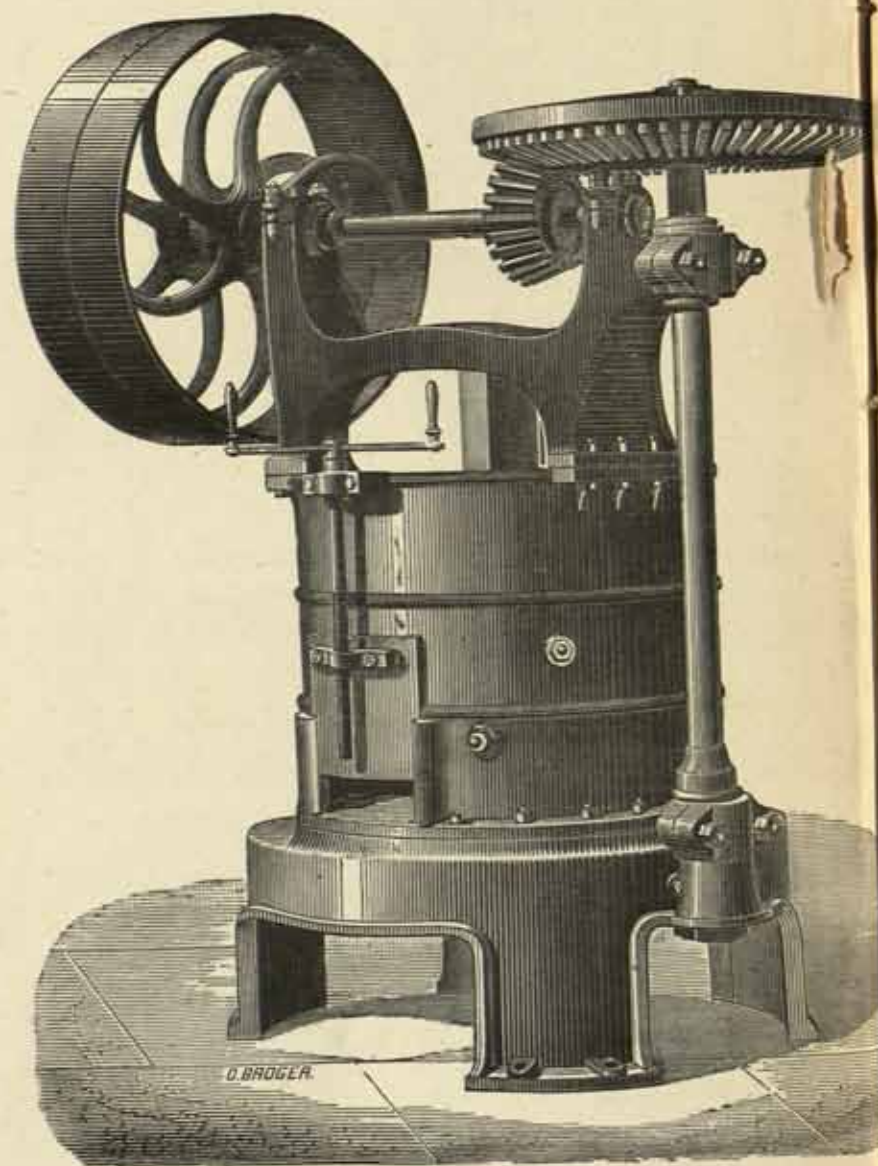
MACHINE A CYLINDRES CANNELÉS, POUR DIVISER
LES MOTTES DE TERRE

(Système BOULET, LACROIX et C^{ie}, à Paris).



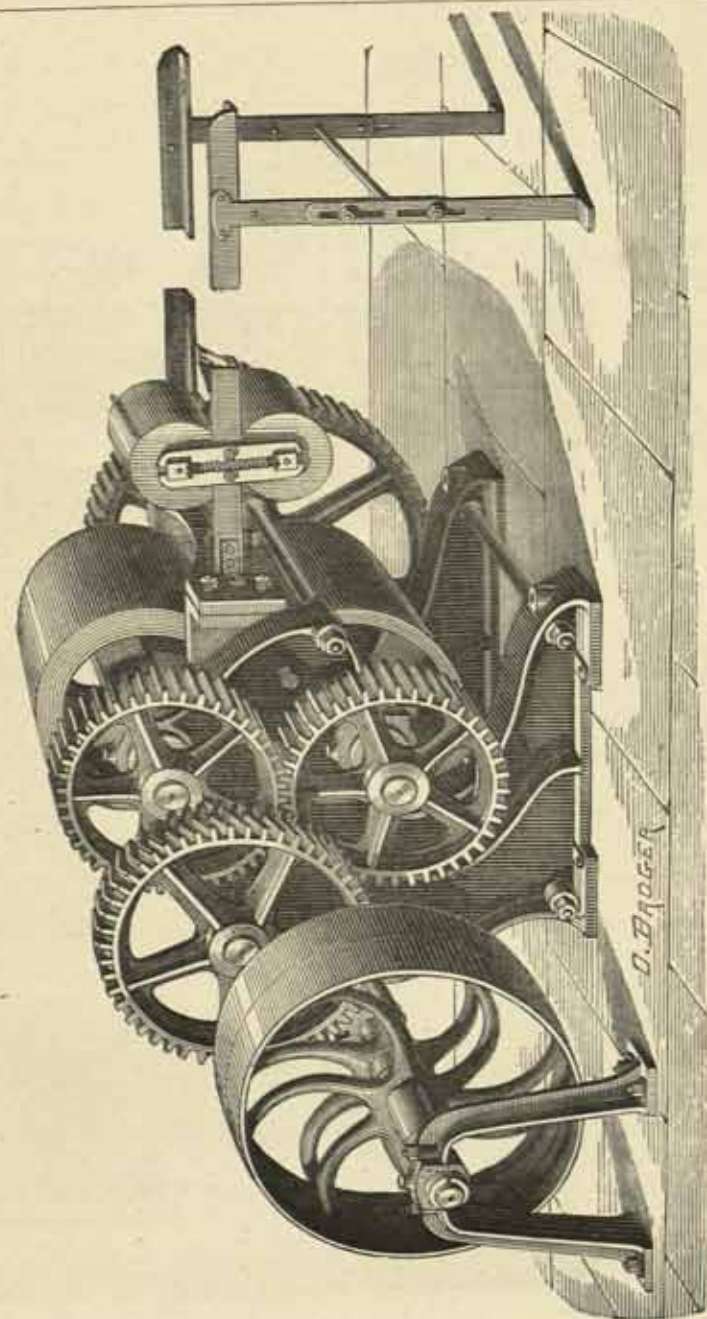
MALAXEUR VERTICAL A TERRE FERME

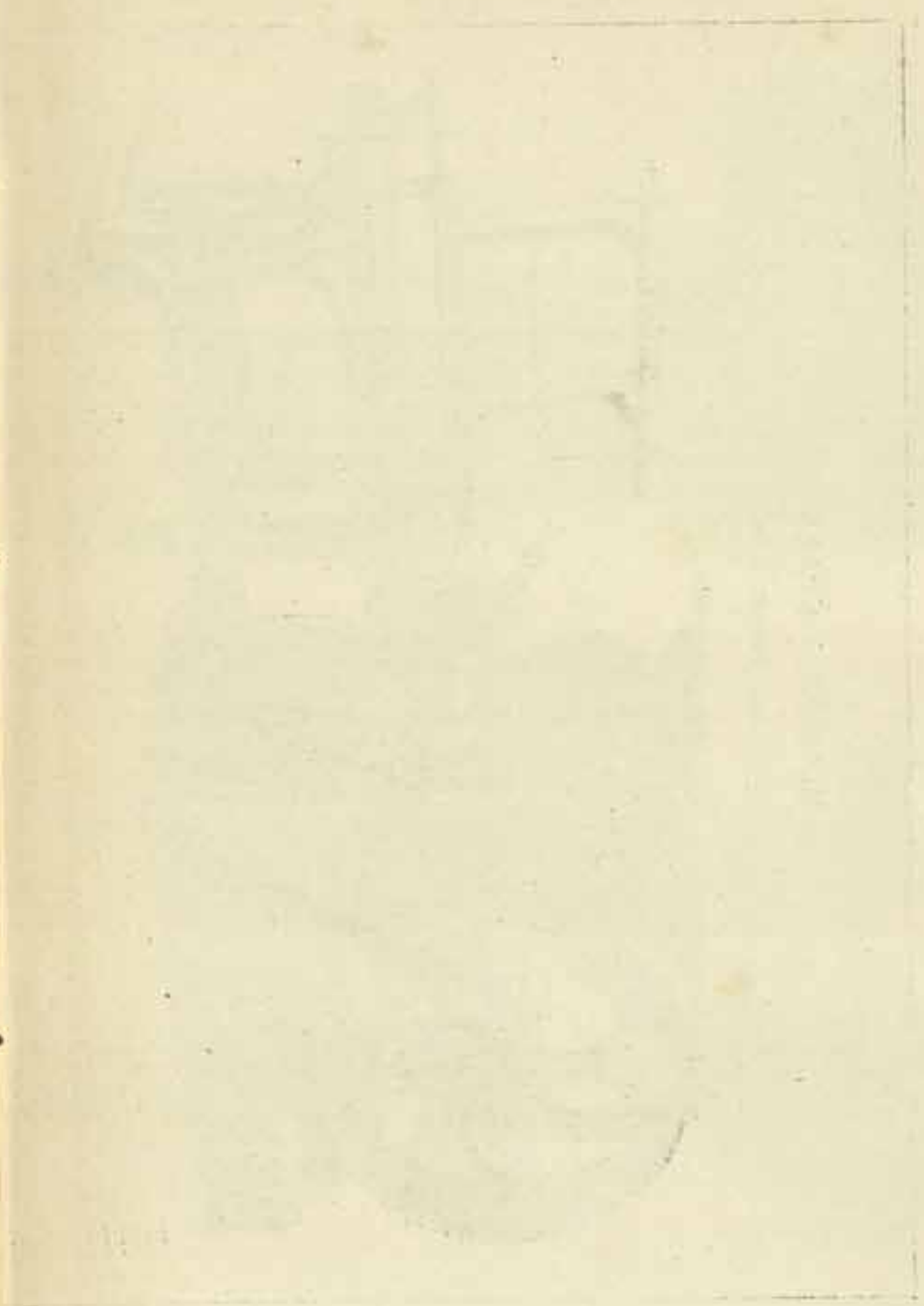
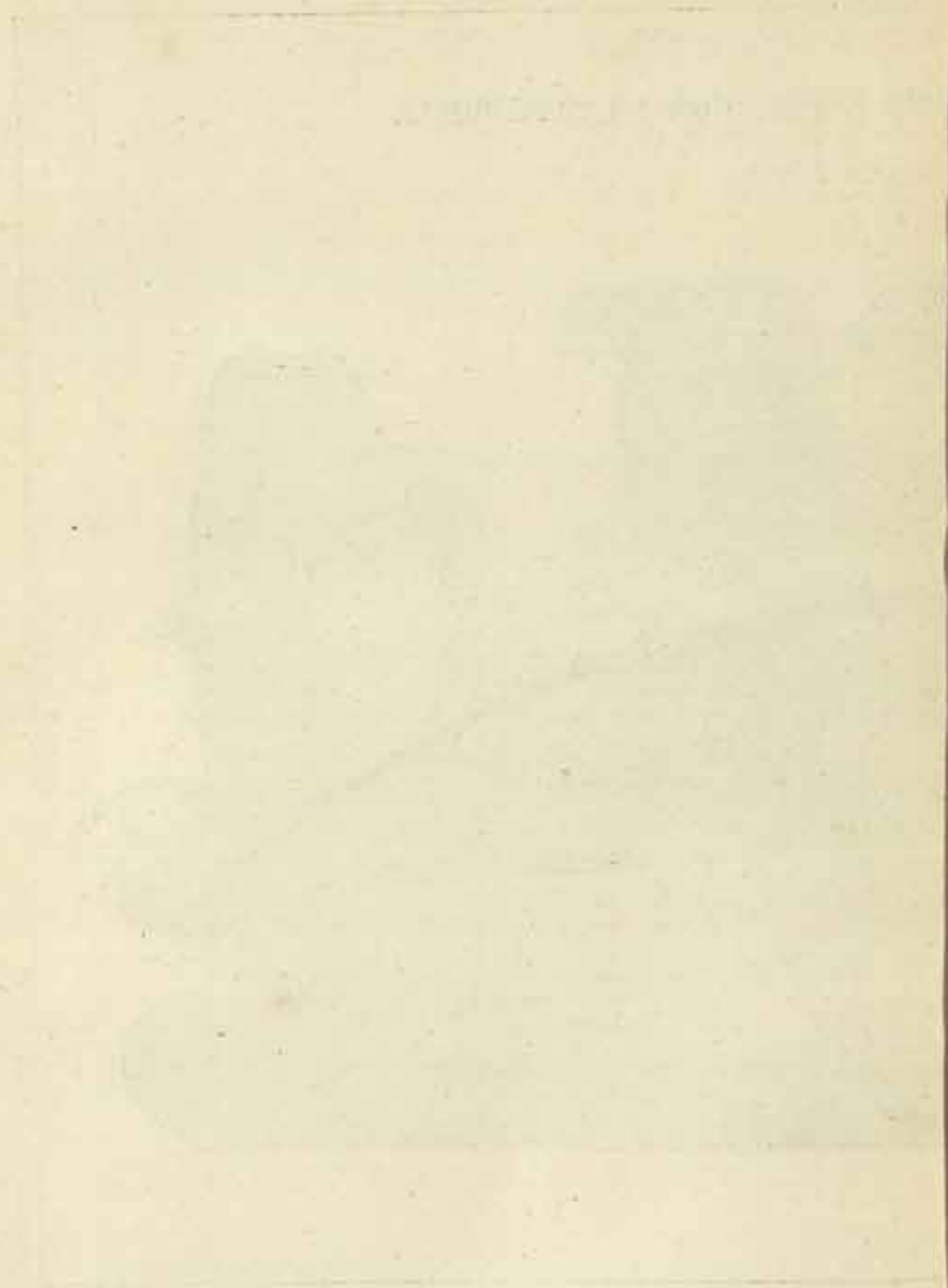
(Système BOULET, LACROIX et C^{ie}, à Paris).



MACHINE A ÉTIRER, A ROULEAUX PROPULSEURS, A TRAVAIL CONTINU

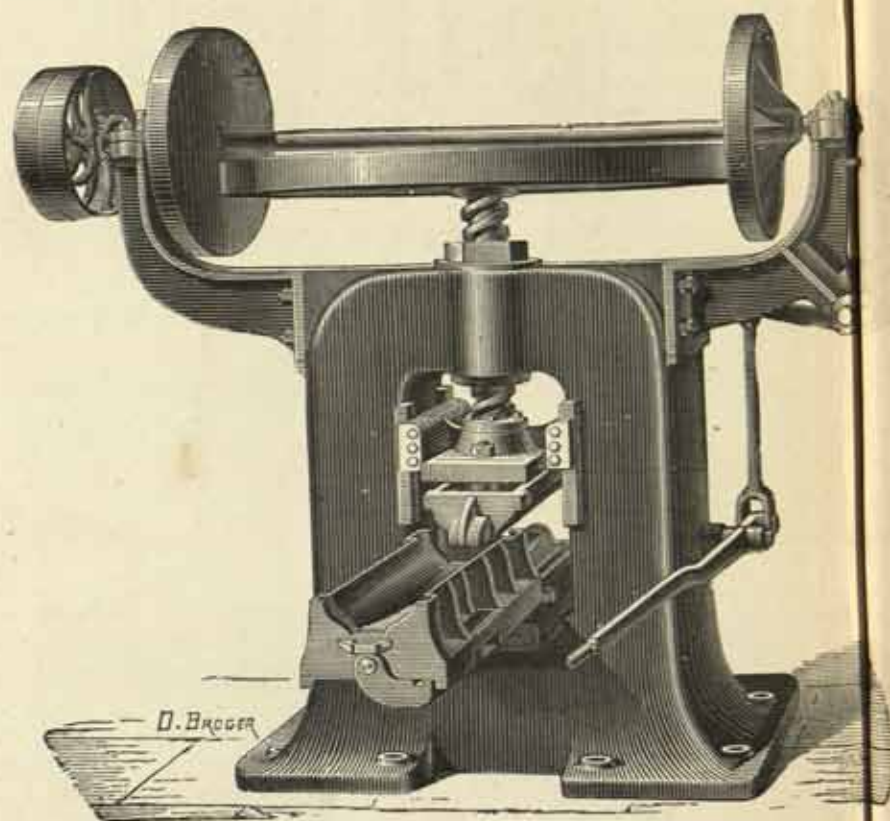
(Système BOULET, LACROIX et C^{ie}, à Paris).





PRESSE A VIS, A FRICTION, POUR GRANDS PRODUITS

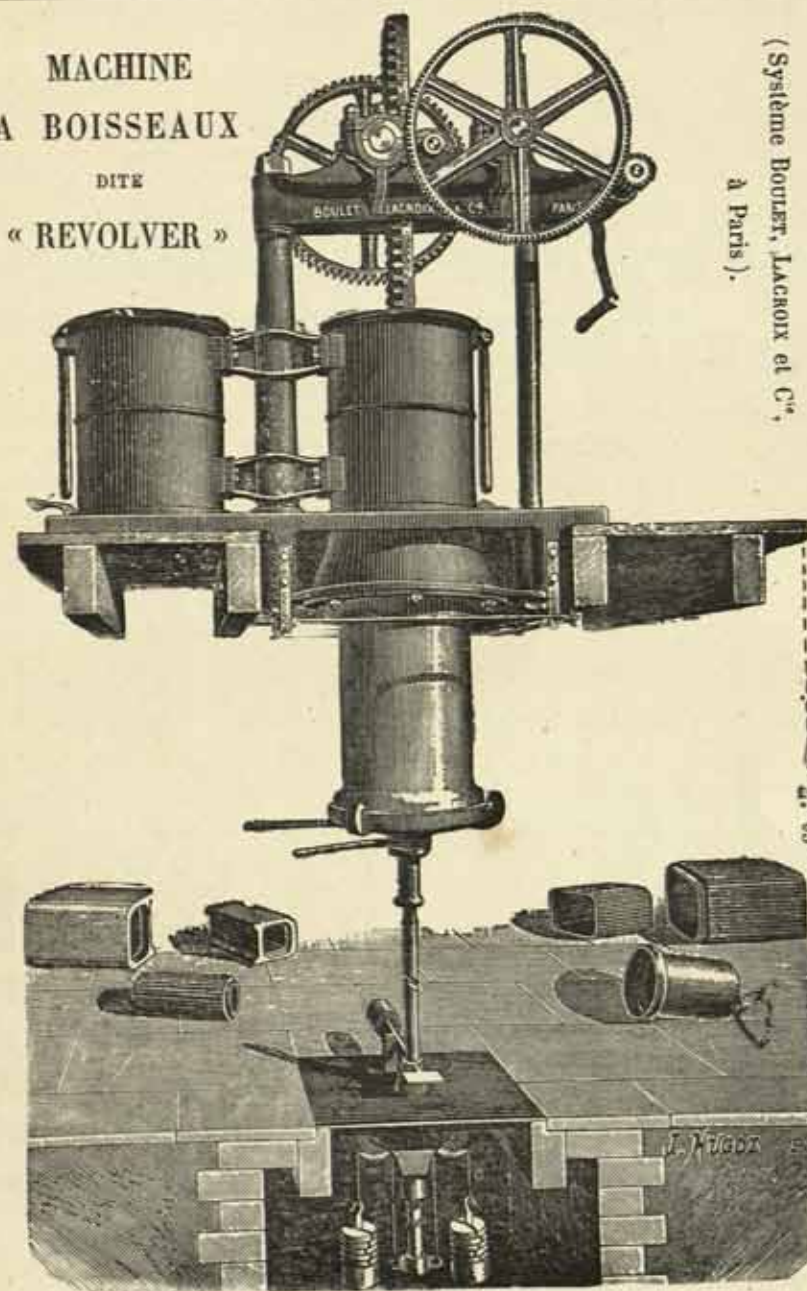
(Système BOULET, LACROIX et C^{ie}, à Paris).

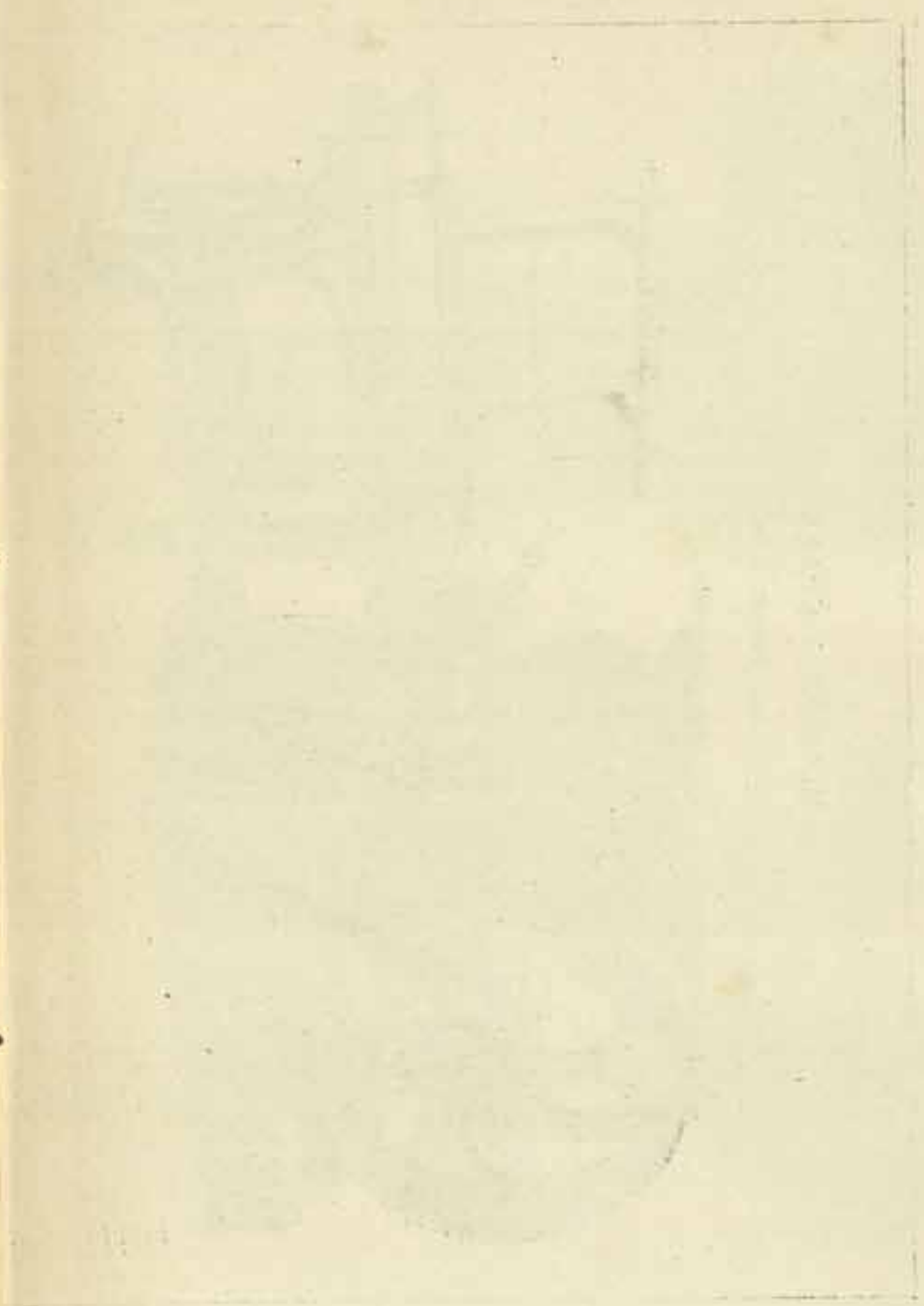
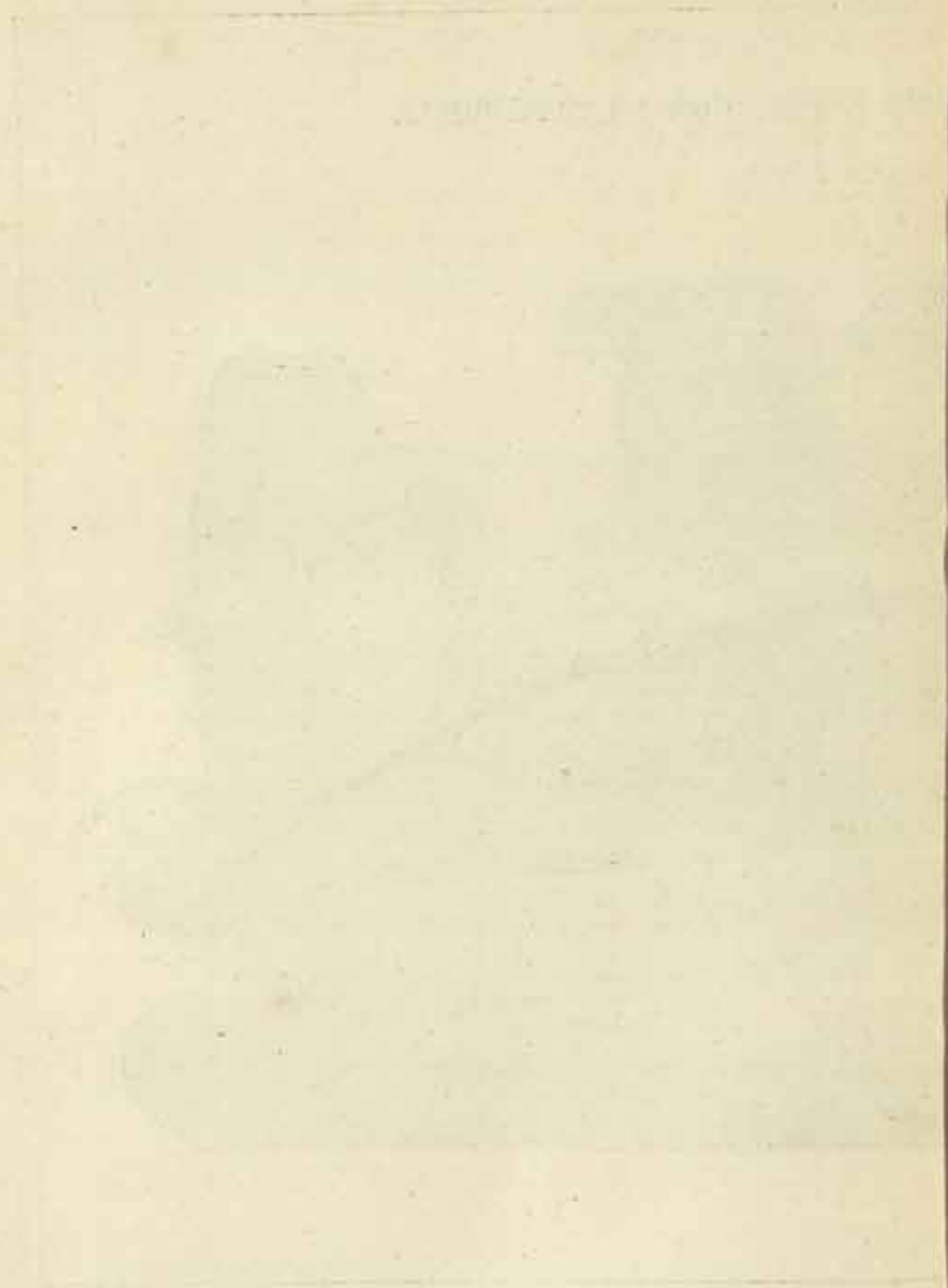


MACHINE
A BOISSEAUX

DITE
« REVOLVER »

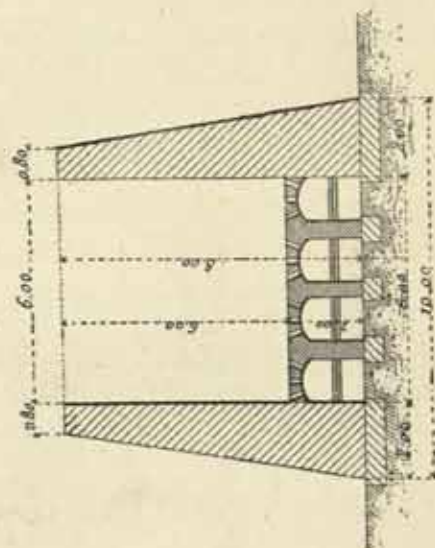
(Système BOULET, LACROIX et C^{ie},
à Paris).





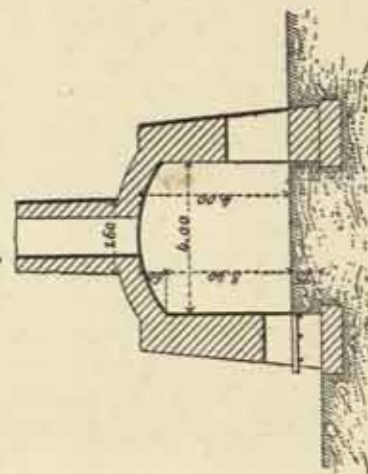
FOUR RECTANGULAIRE NON VÔTÉ.

Contenance 55000 briques
à 0.005 pour 1 mètre.



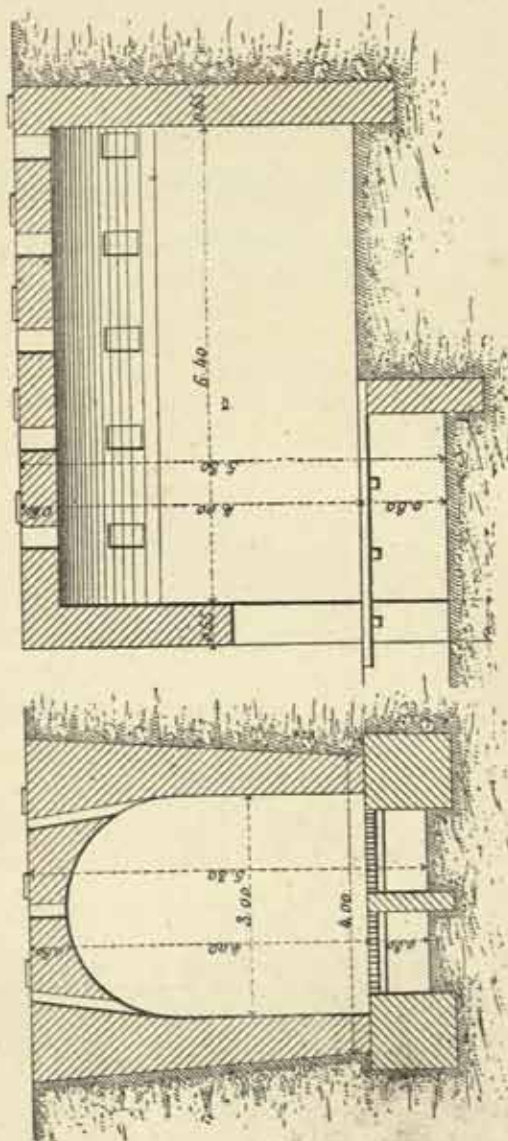
FOUR CARRÉ VÔTÉ

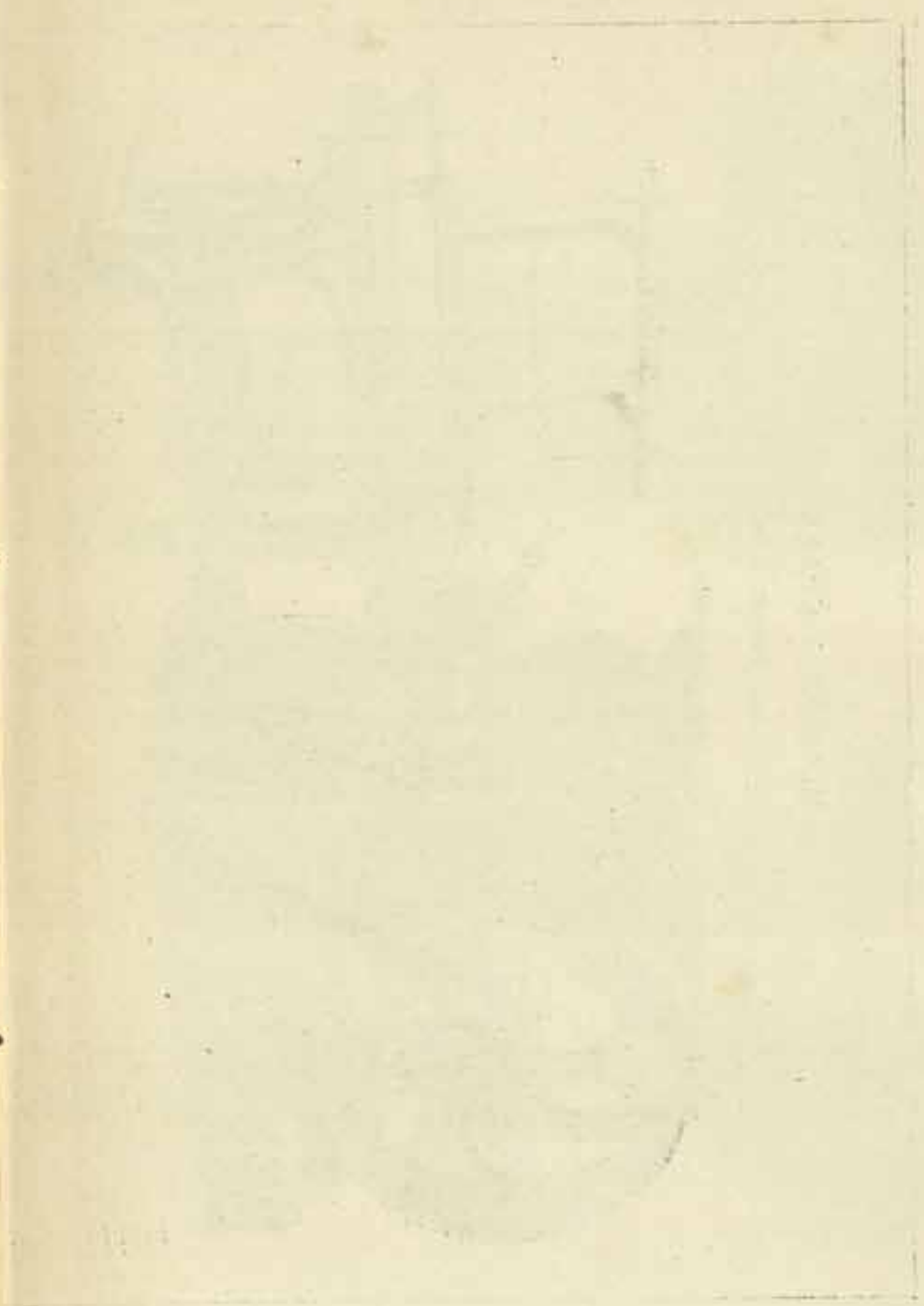
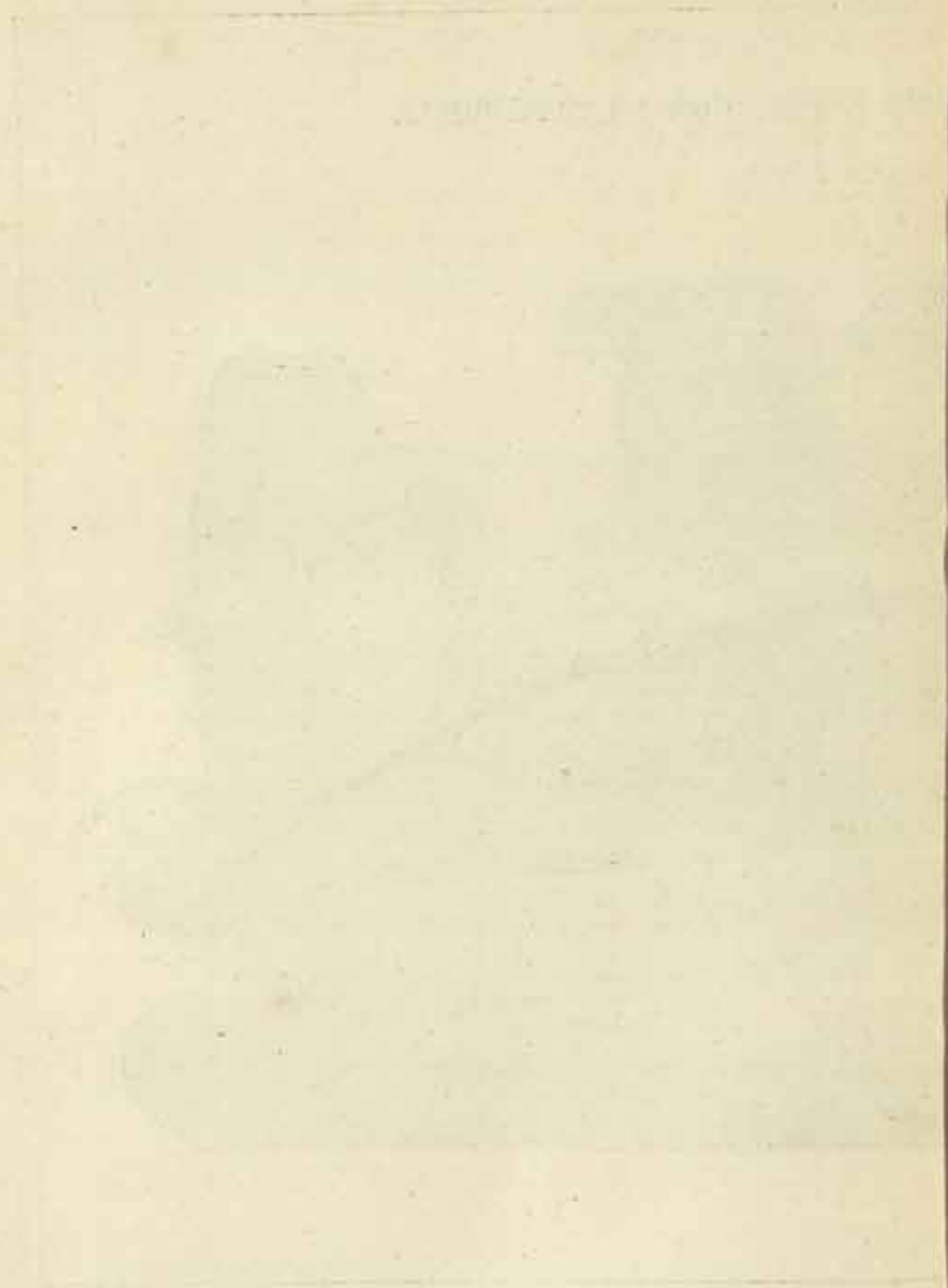
Contenance 20000 briques
à 0.005 pour 1 mètre.



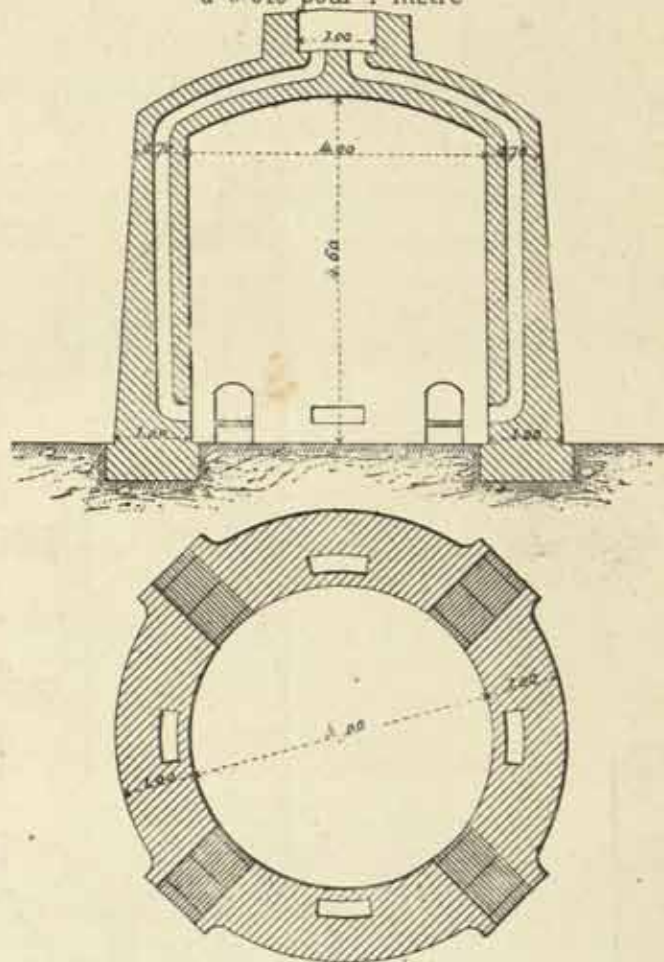
FOUR RECTANGULAIRE VÔTÉ

Contenance 25000 briques.
à 0.010 pour 1 mètre

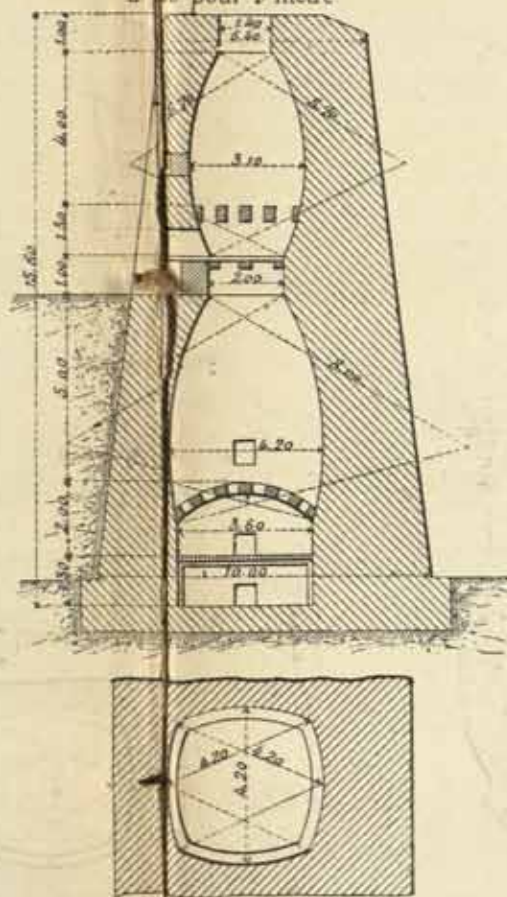




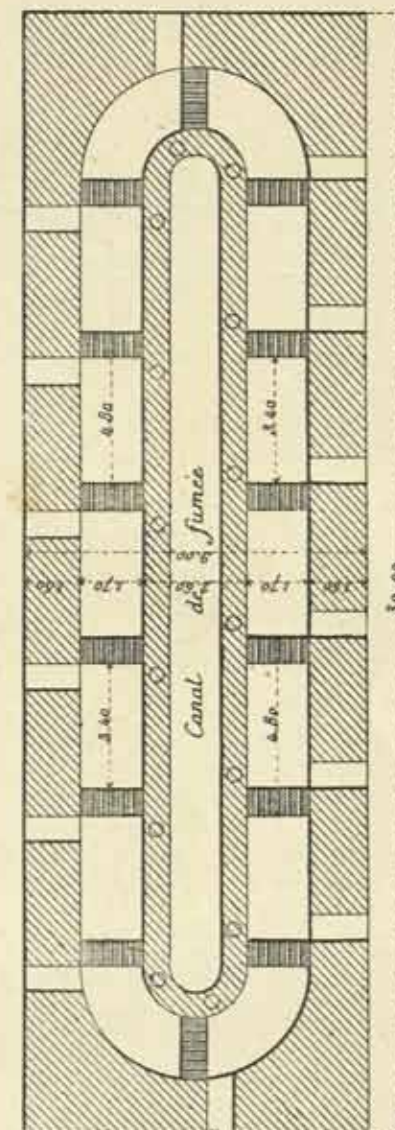
FOUR ROND VOÛTÉ
Contenance 24 000 briques,
à 0 010 pour 1 mètre

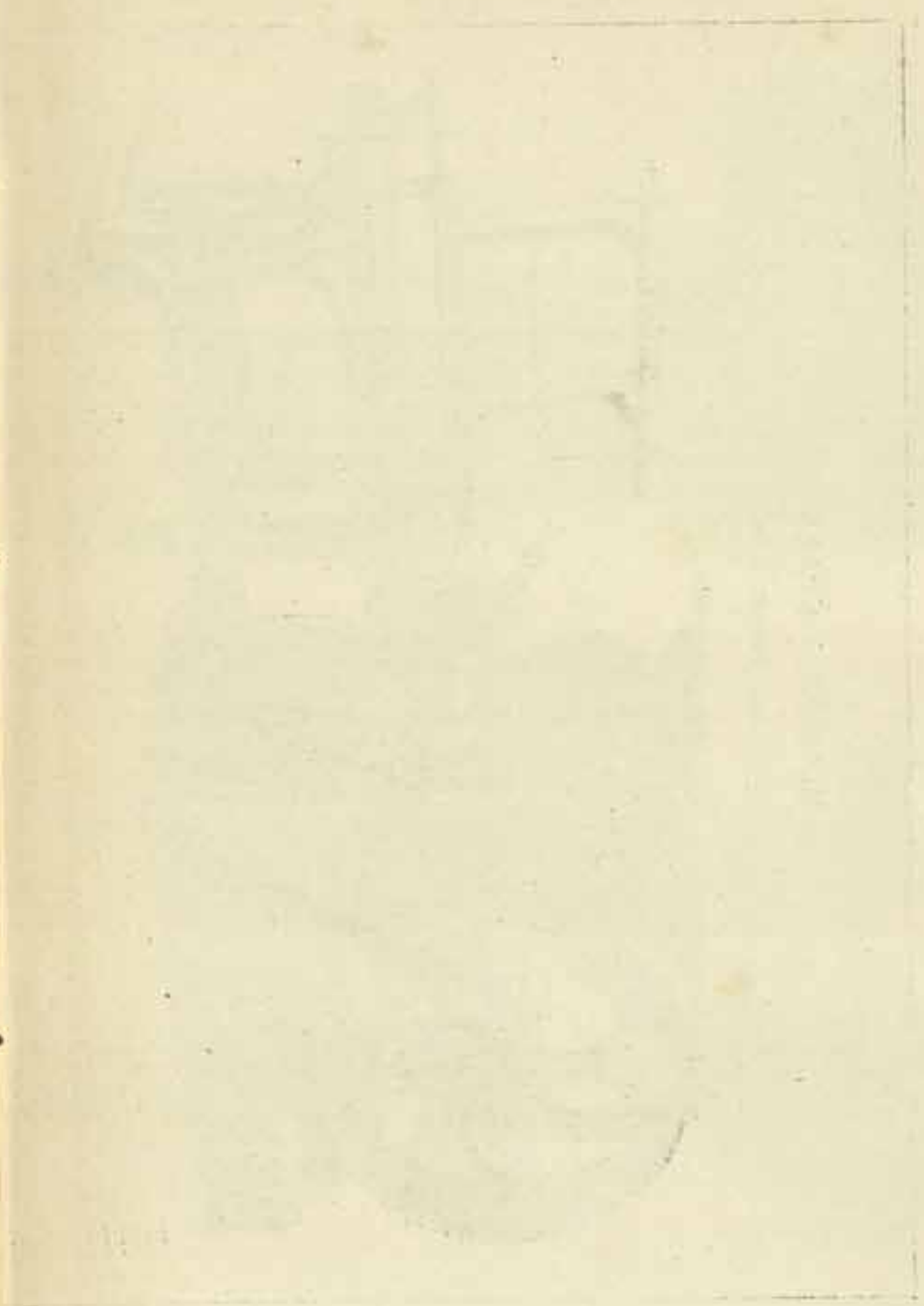
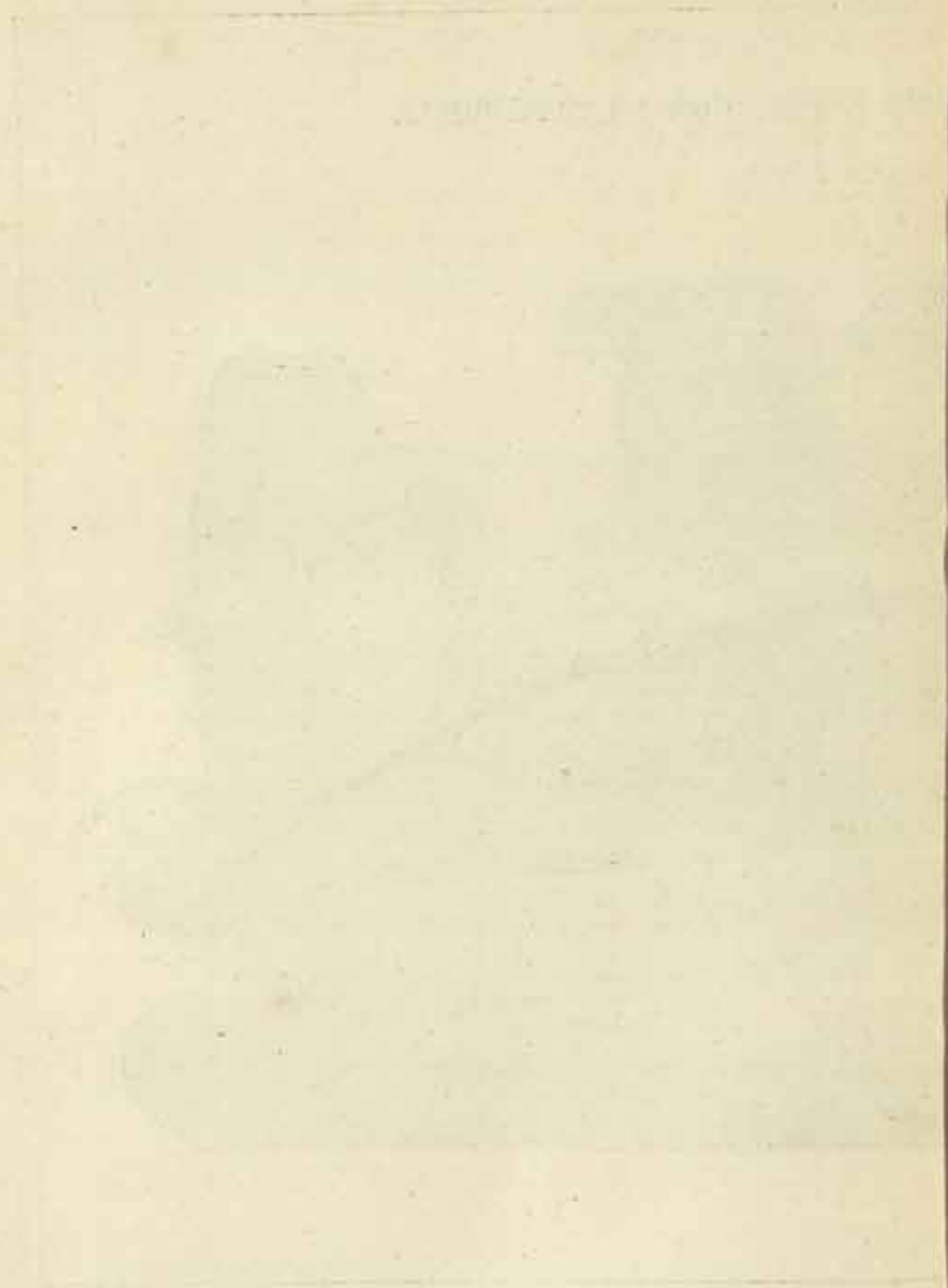


FOUR à 2 COMARTIMENTS SUPERPOSÉS
Contenance 9000 briques
à 0 05 pour 1 mètre



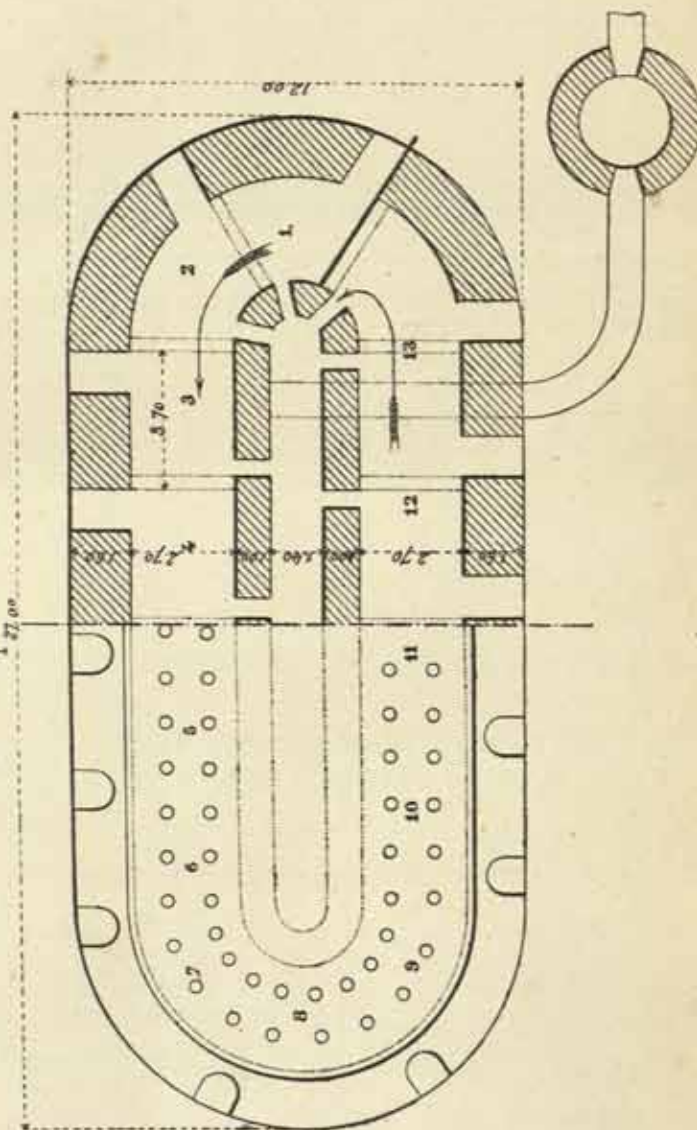
FOUR CONTINU JOLIBOIS
à Devillers (Vosges)
à 0 005 pour 1 mètre.





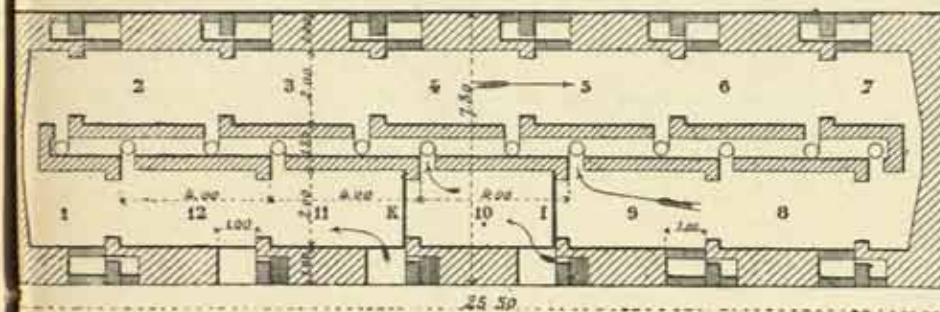
FOUR CONTINU HOFFMANN

à 0.005 pour 1 mètre.



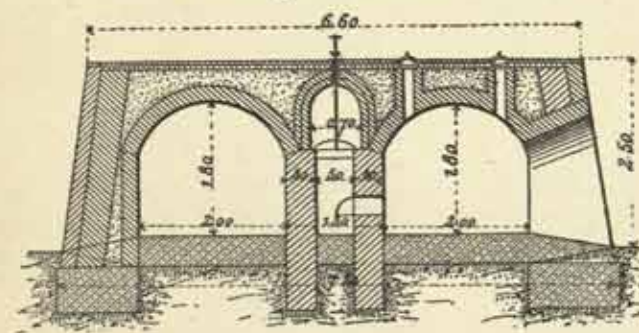
FOUR CONTINU (Système Simon)

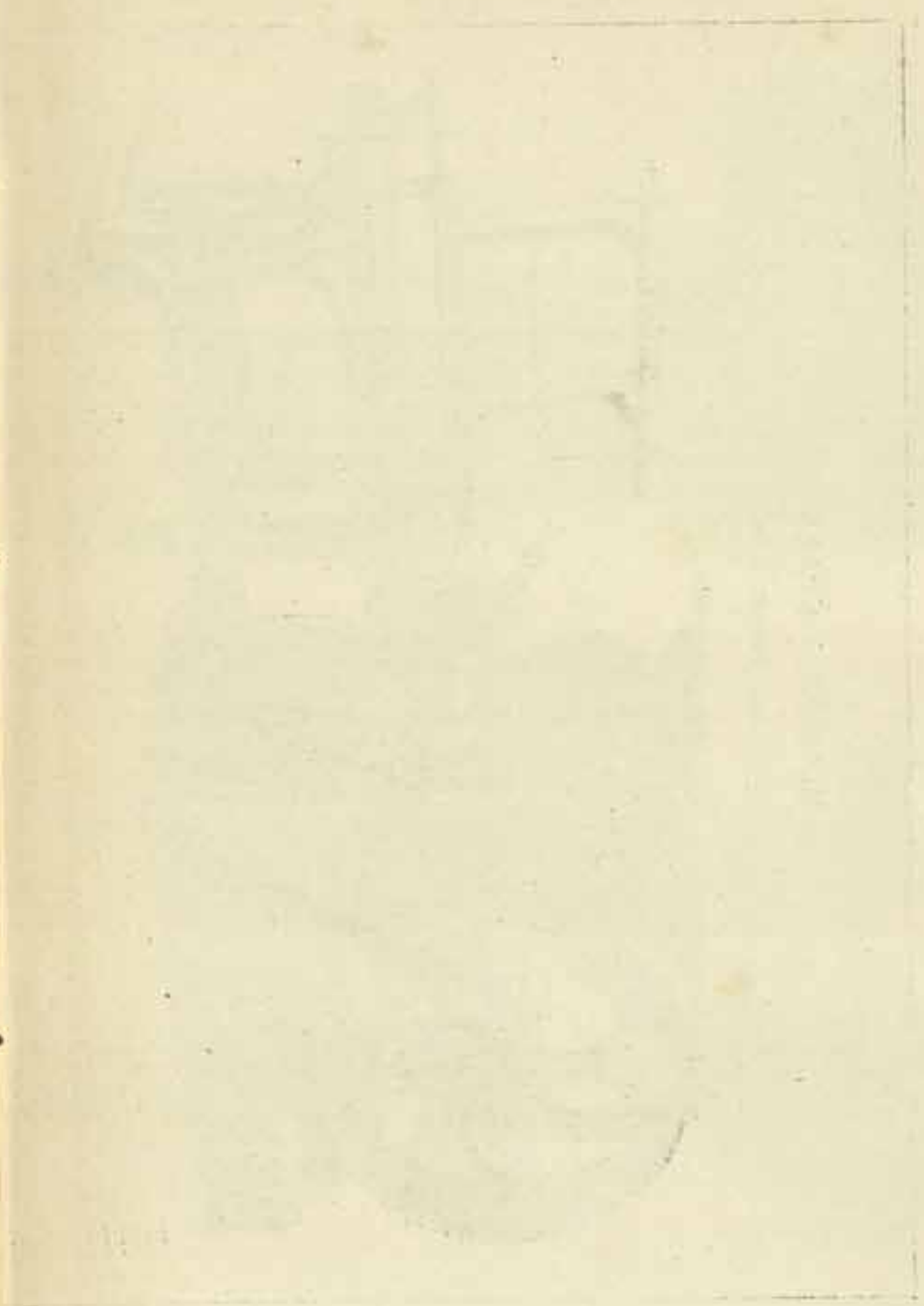
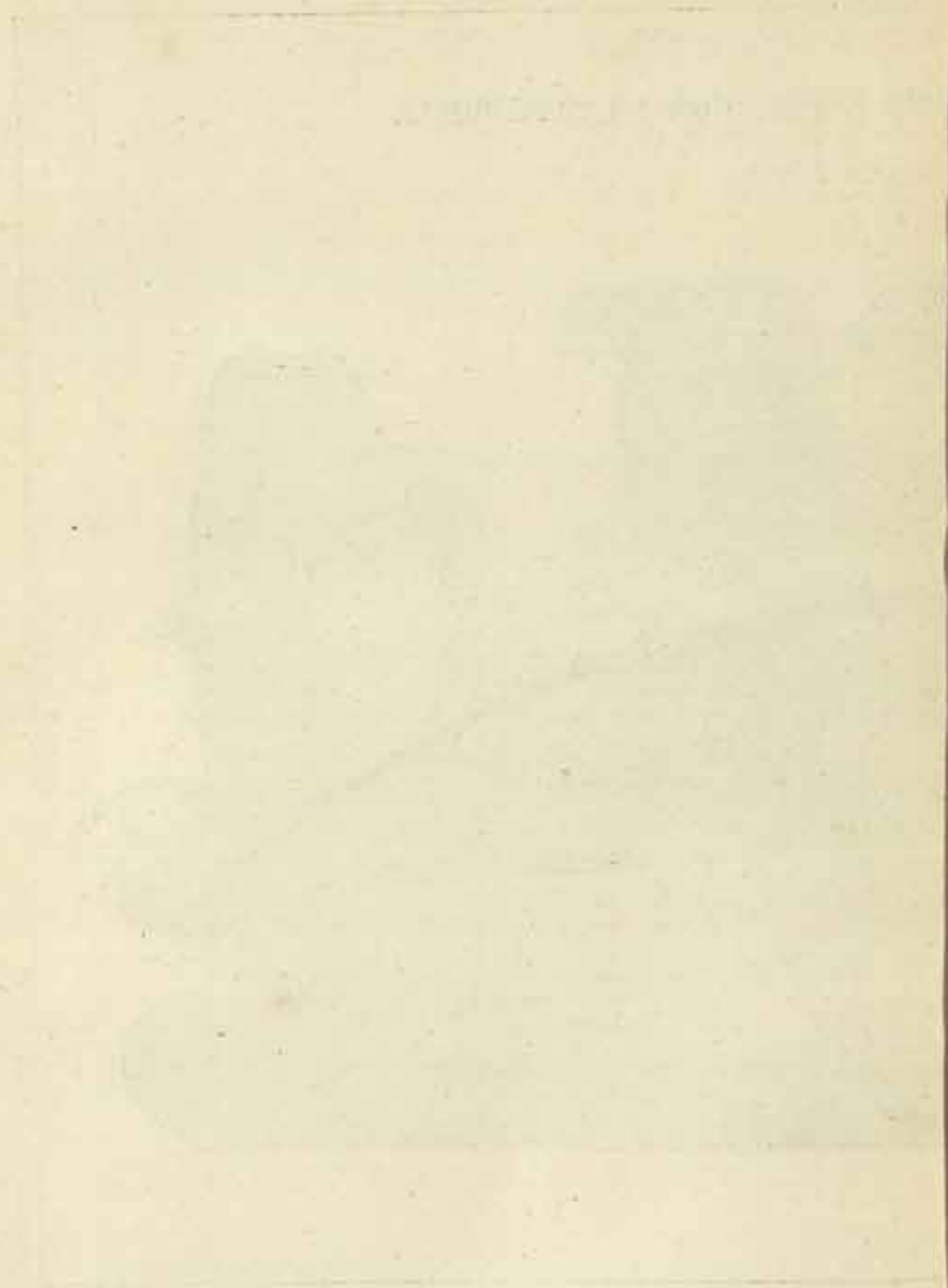
à 0.005 pour 1 mètre.

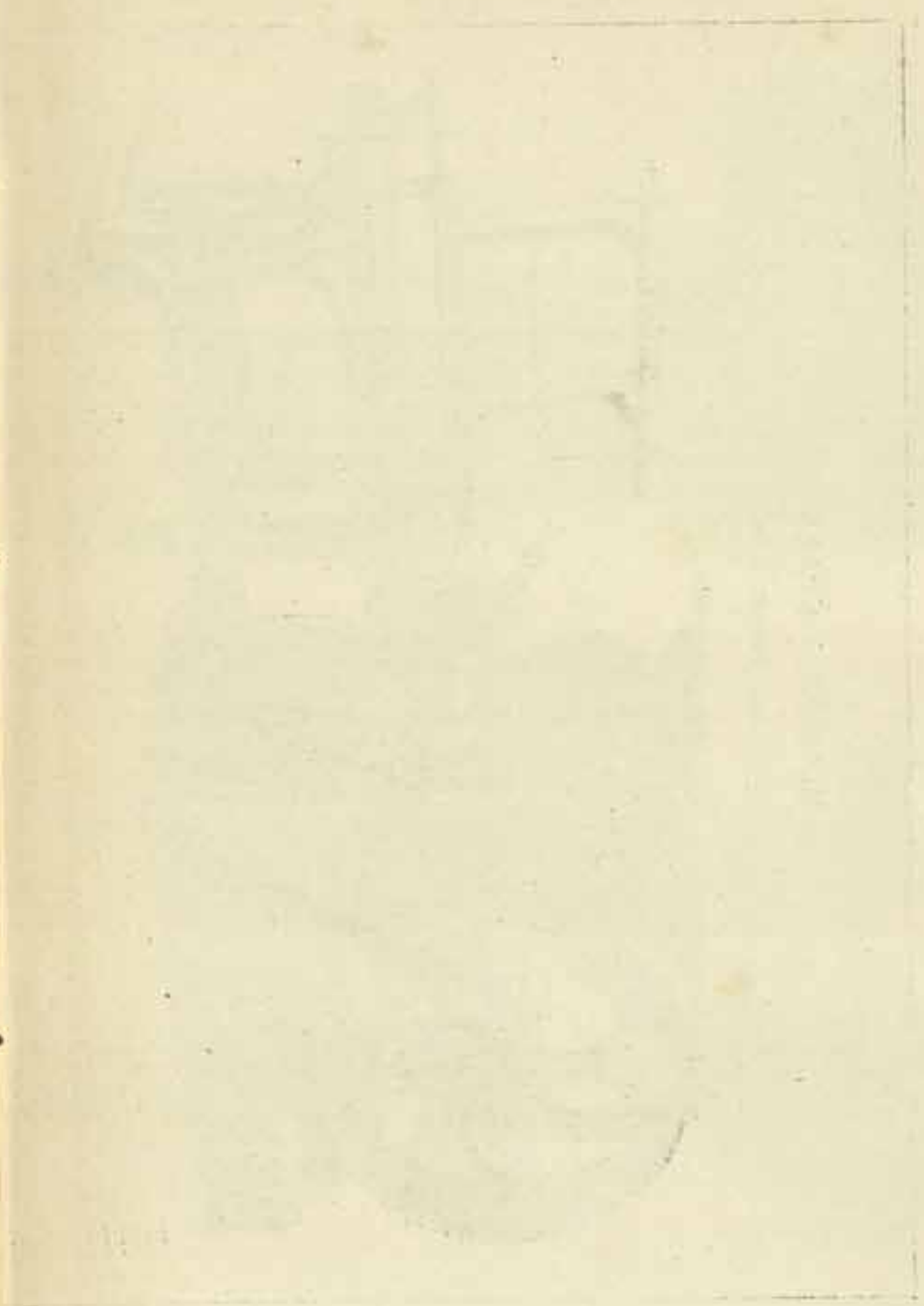
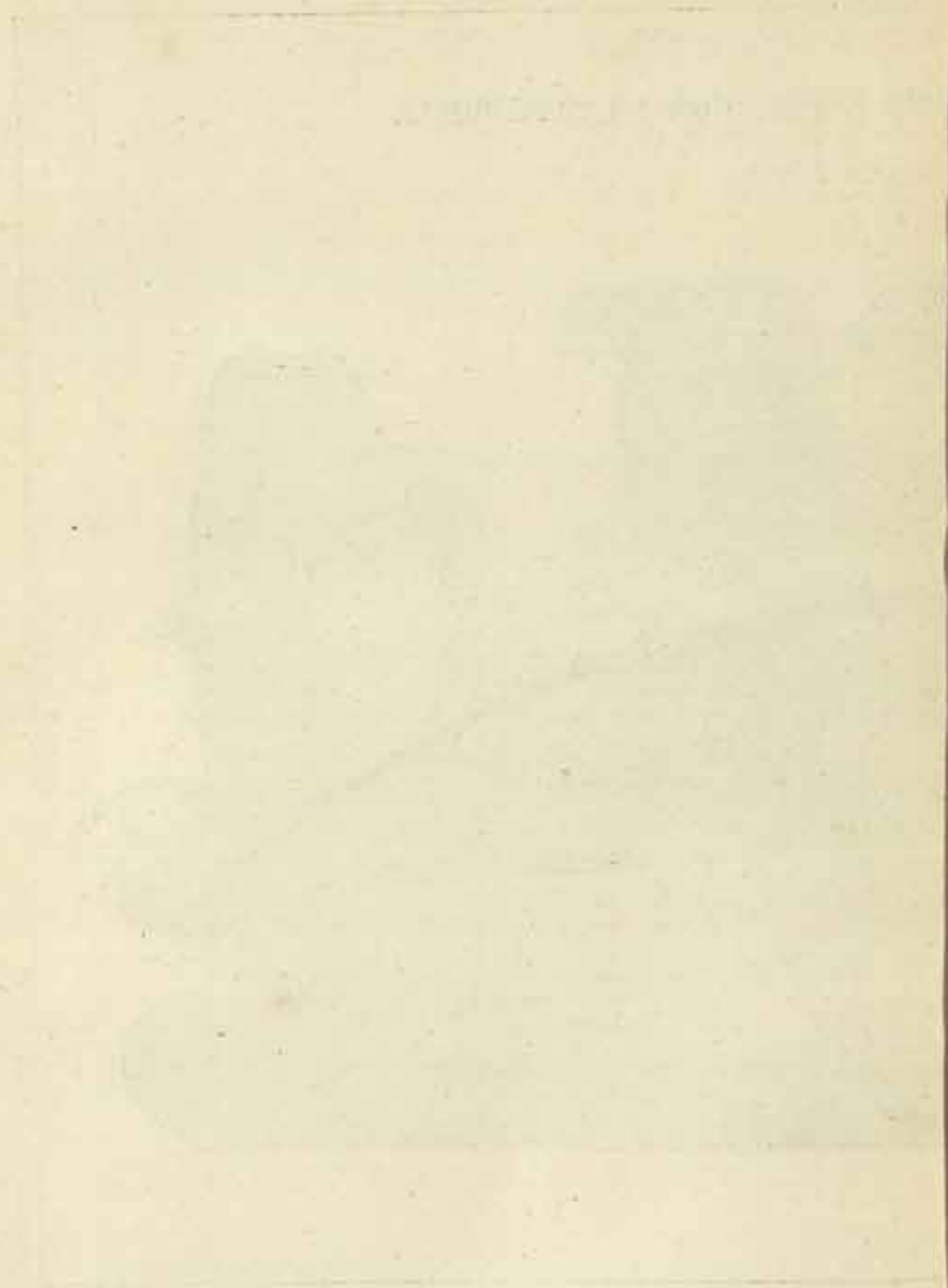


Coupe transversale du Four Simon,

à 0.01 pour 1 mètre.

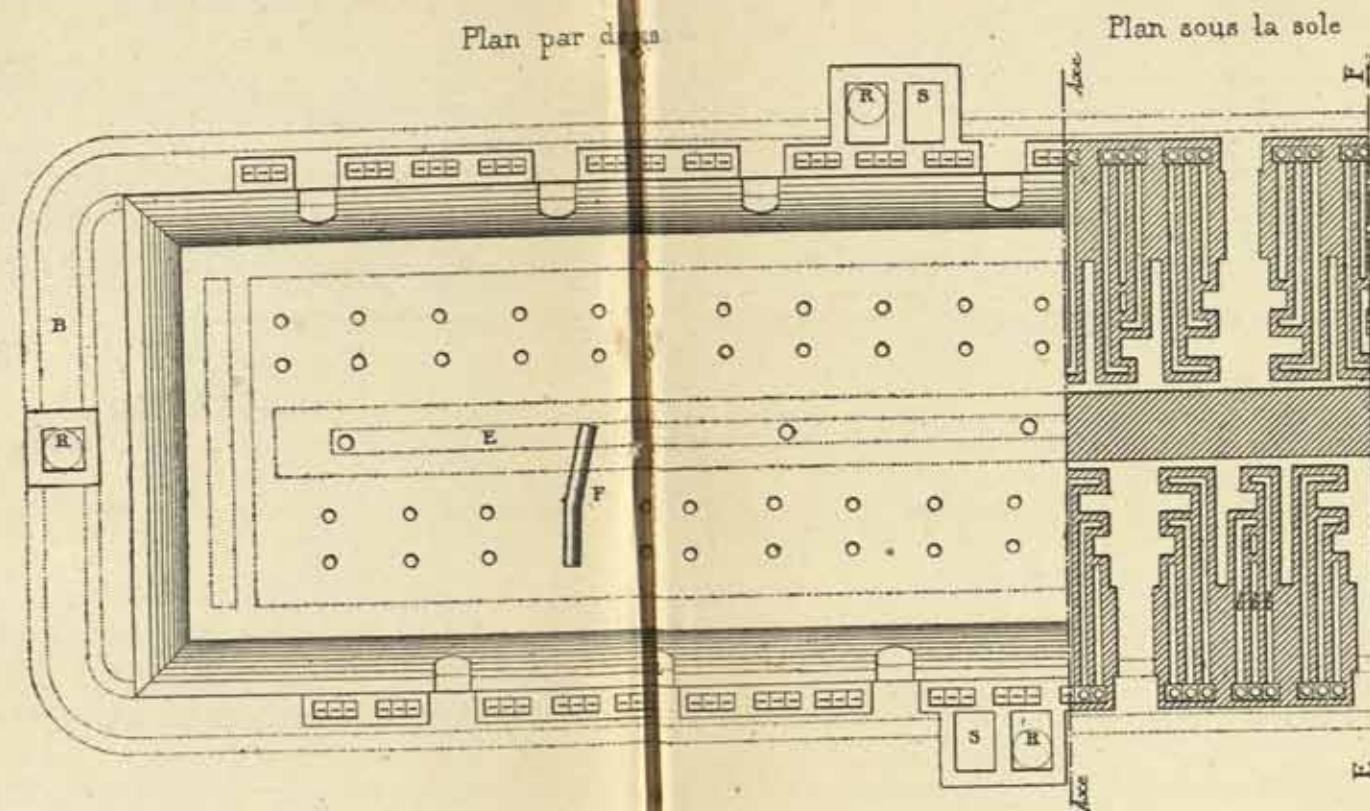




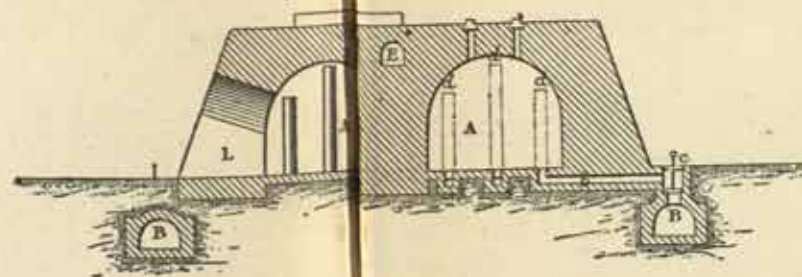


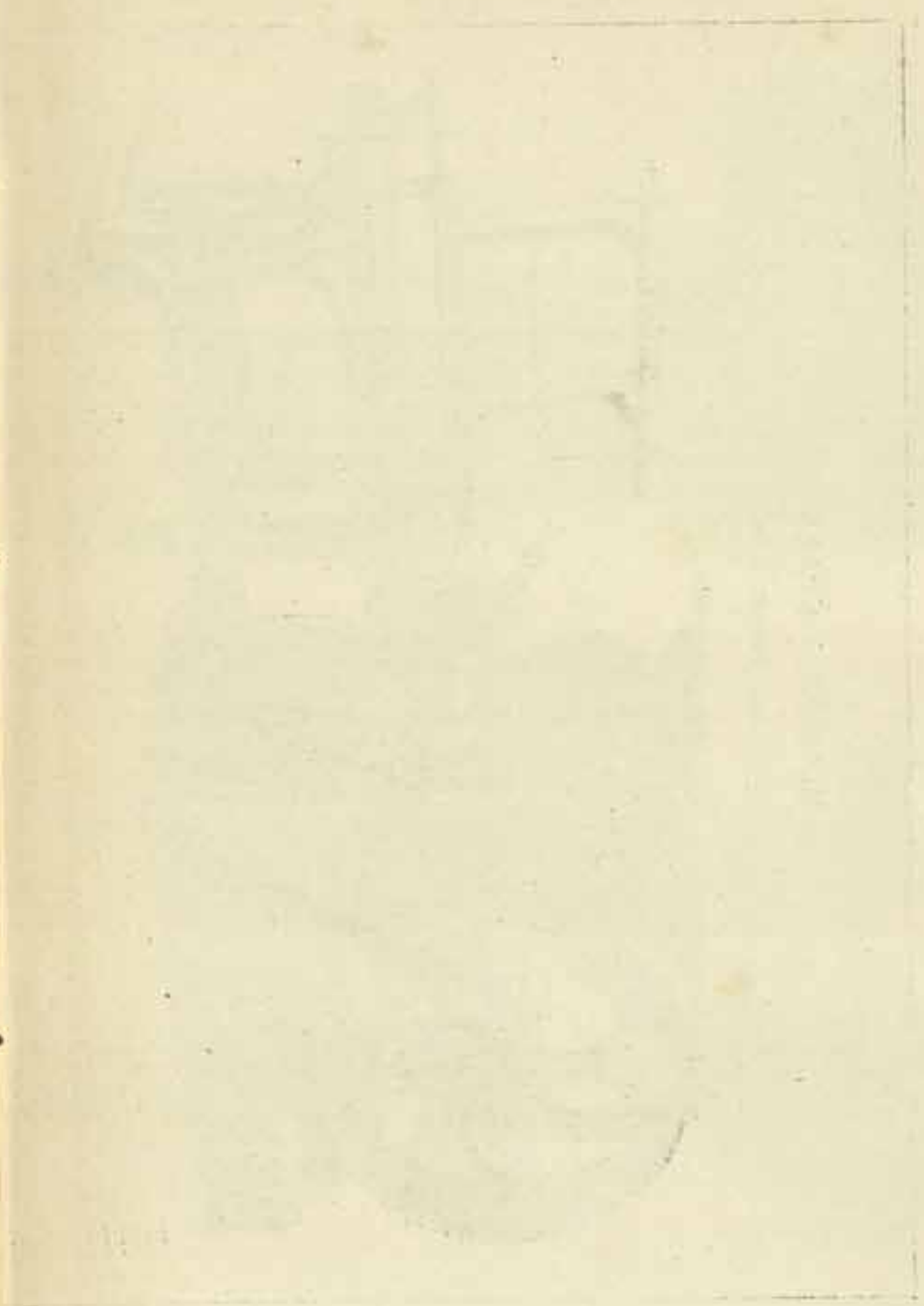
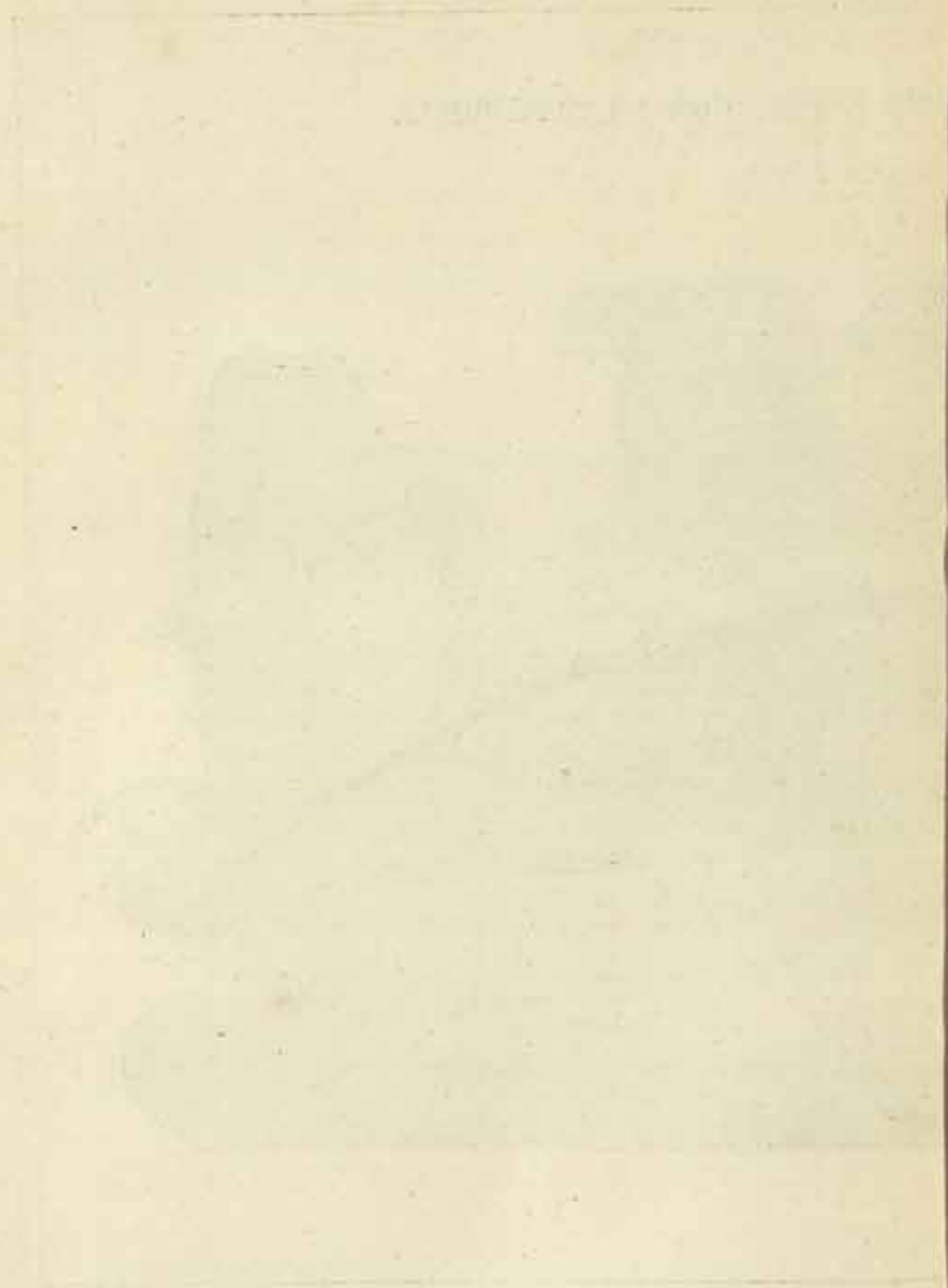
FOUR CÉRAMIQUE CONTINU AU GAZ

FOUR CONTINU AU GAZ, DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DE SCHWANDORF (BAVIÈRE) — 1^{re} PLANCHE



Coupe transversale UX.

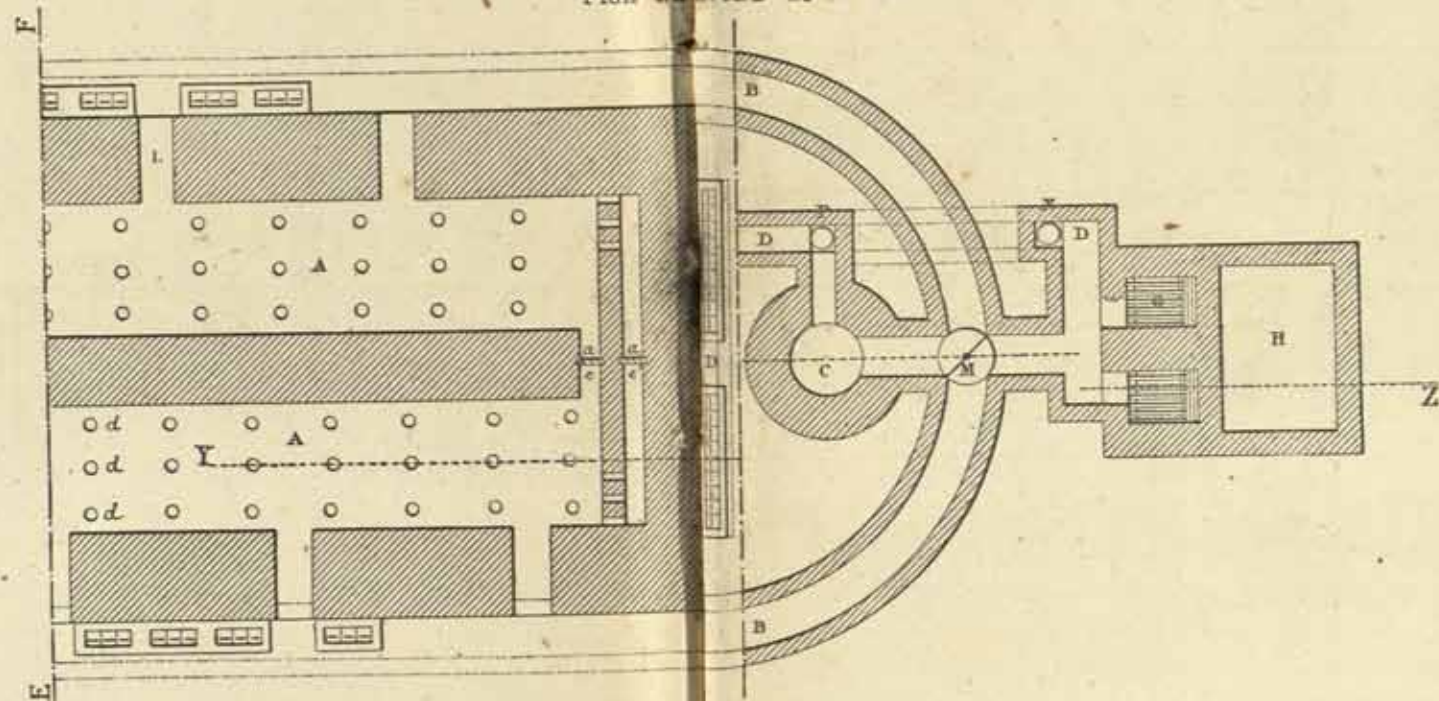




FOUR CÉRAMIQUE CONTINU AU GAZ

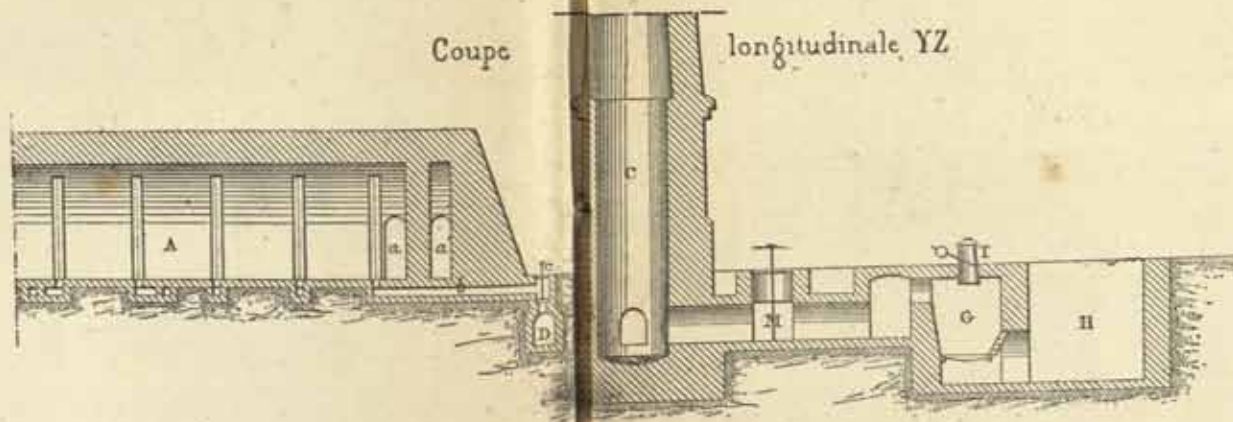
FOUR CONTINU AU GAZ, DE LA SOCIÉTÉ ANONME DE SCHWANDORF (BAVIÈRE) — 2^{me} PLANCHE

Plan au niveau de la sole.



Coupe

longitudinale YZ



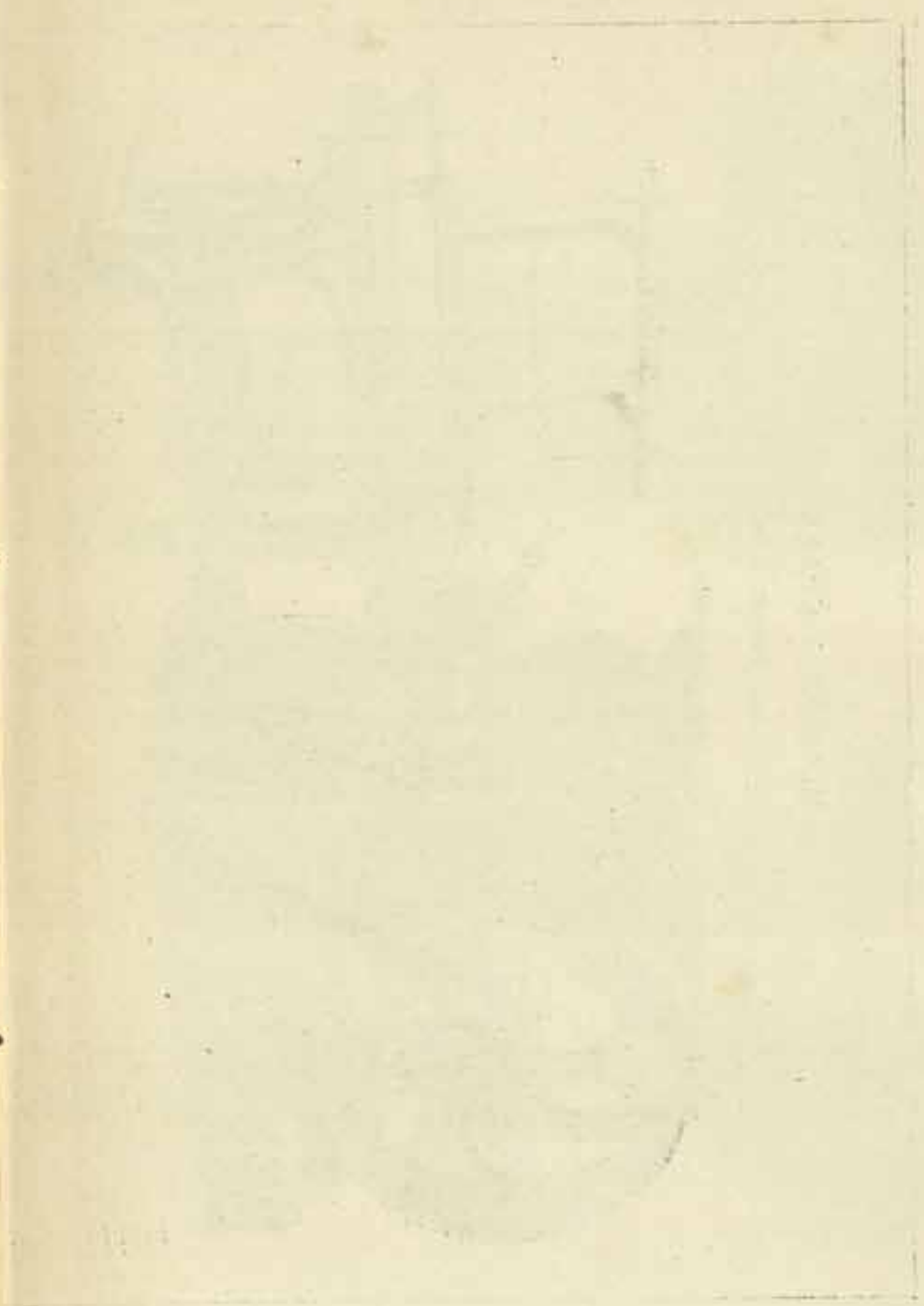
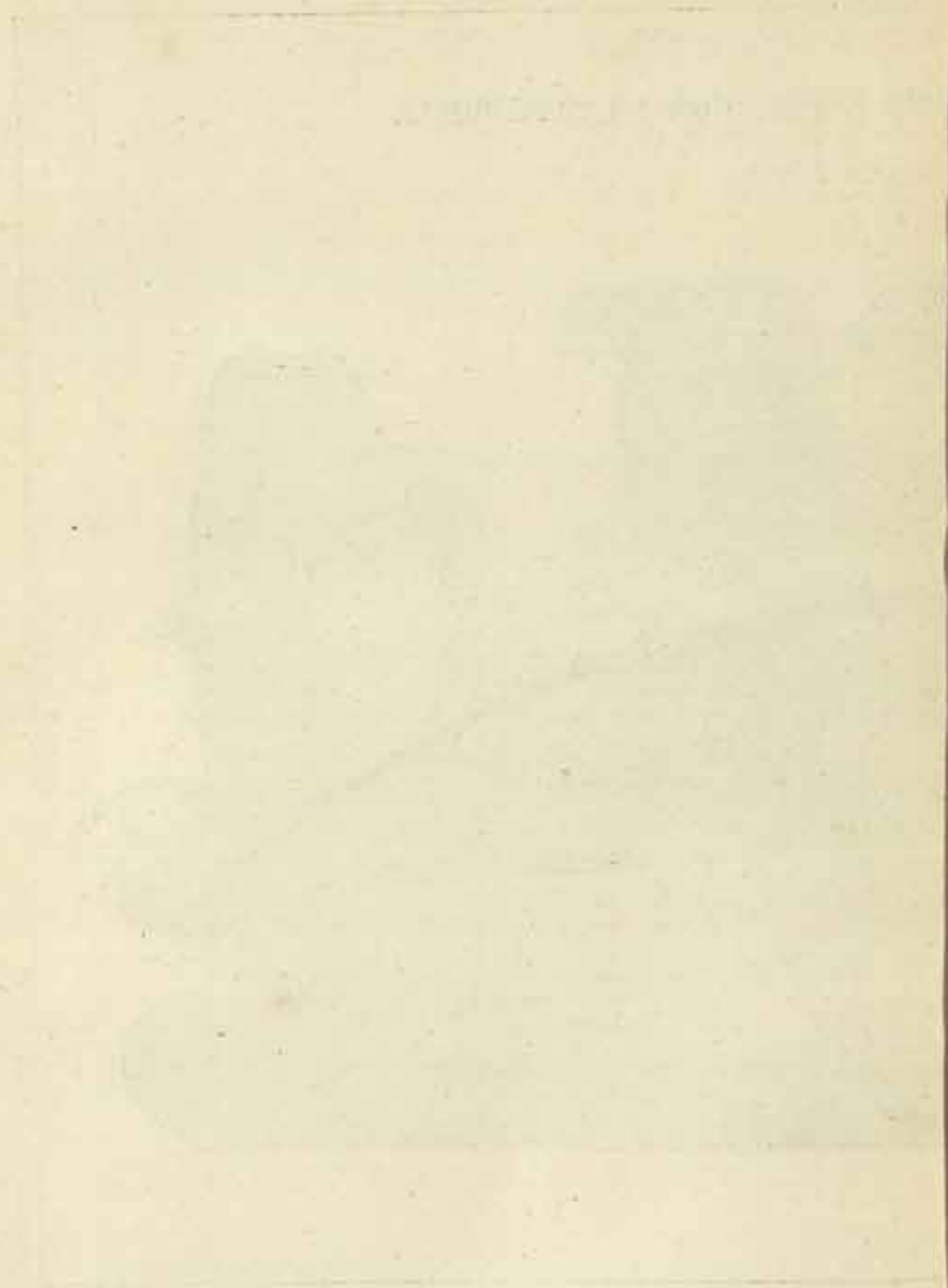
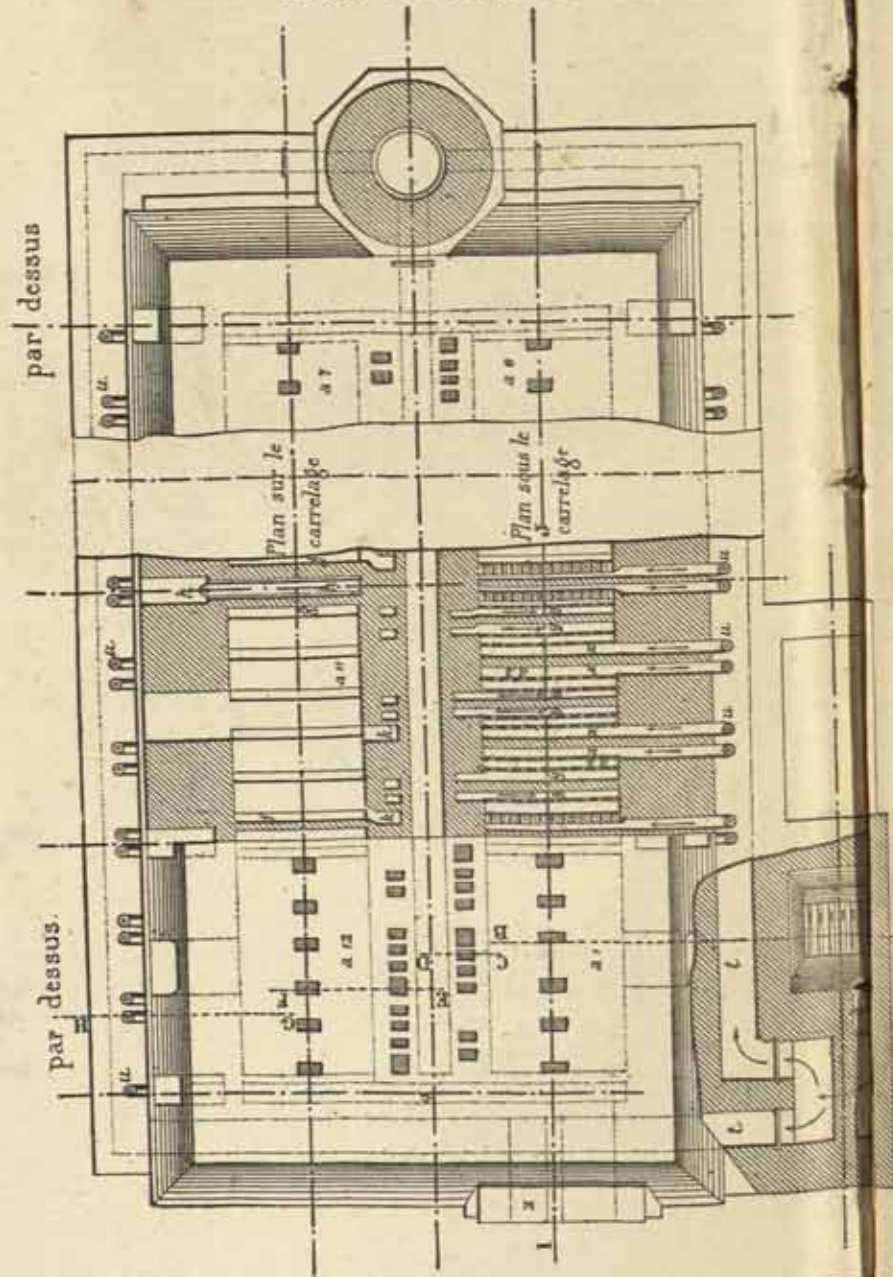


PLANCHE 12. FOUR CÉRAMIQUE CONTINU A GAZ OU AU COMBUSTIBLE SOLIDE

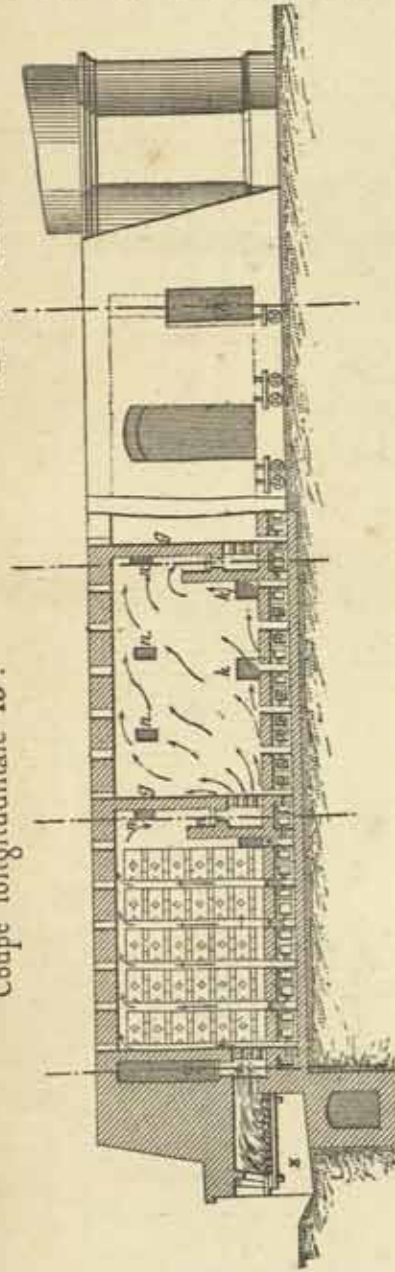
FOUR CONTINU AU GAZ OU AU COMBUSTIBLE SOLIDE (SYSTÈME DE M. MARLE)

Plan.



Coupe longitudinale IJ.

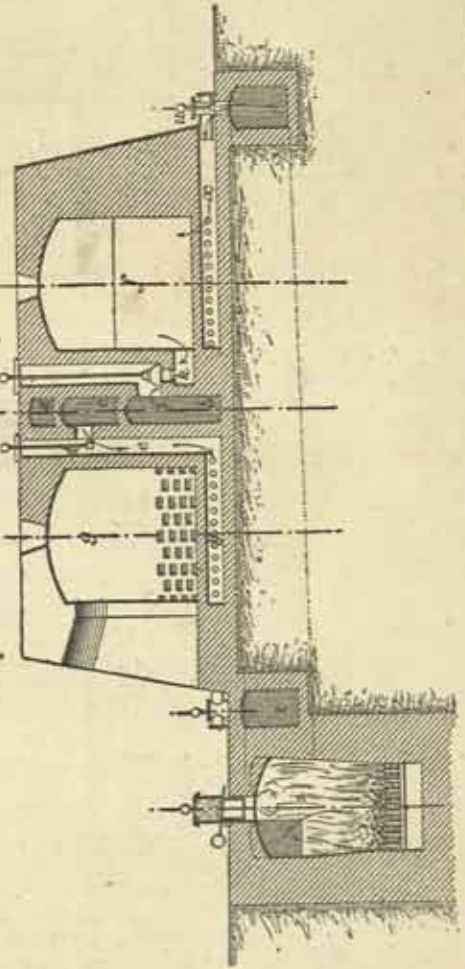
Vue de face.

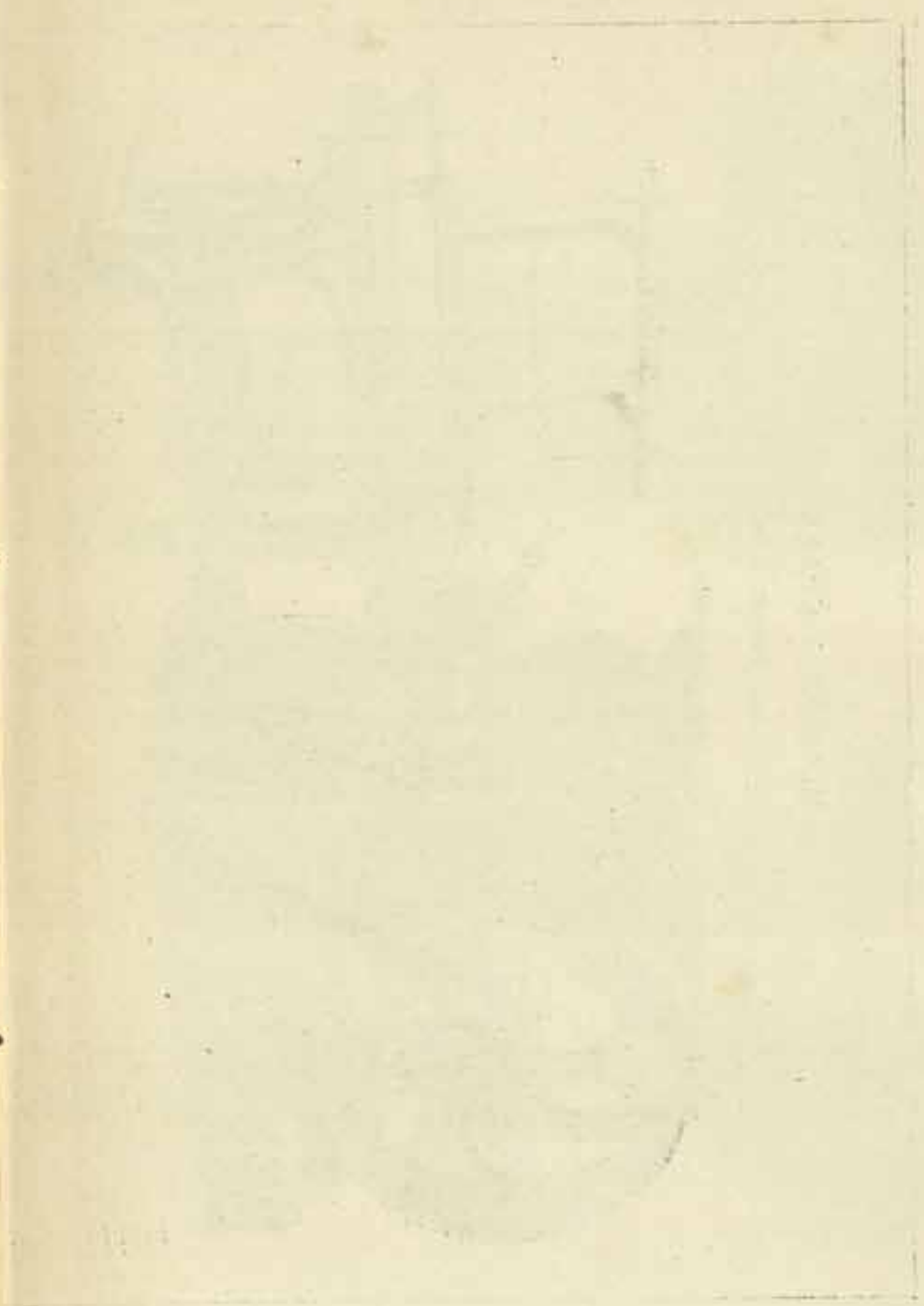
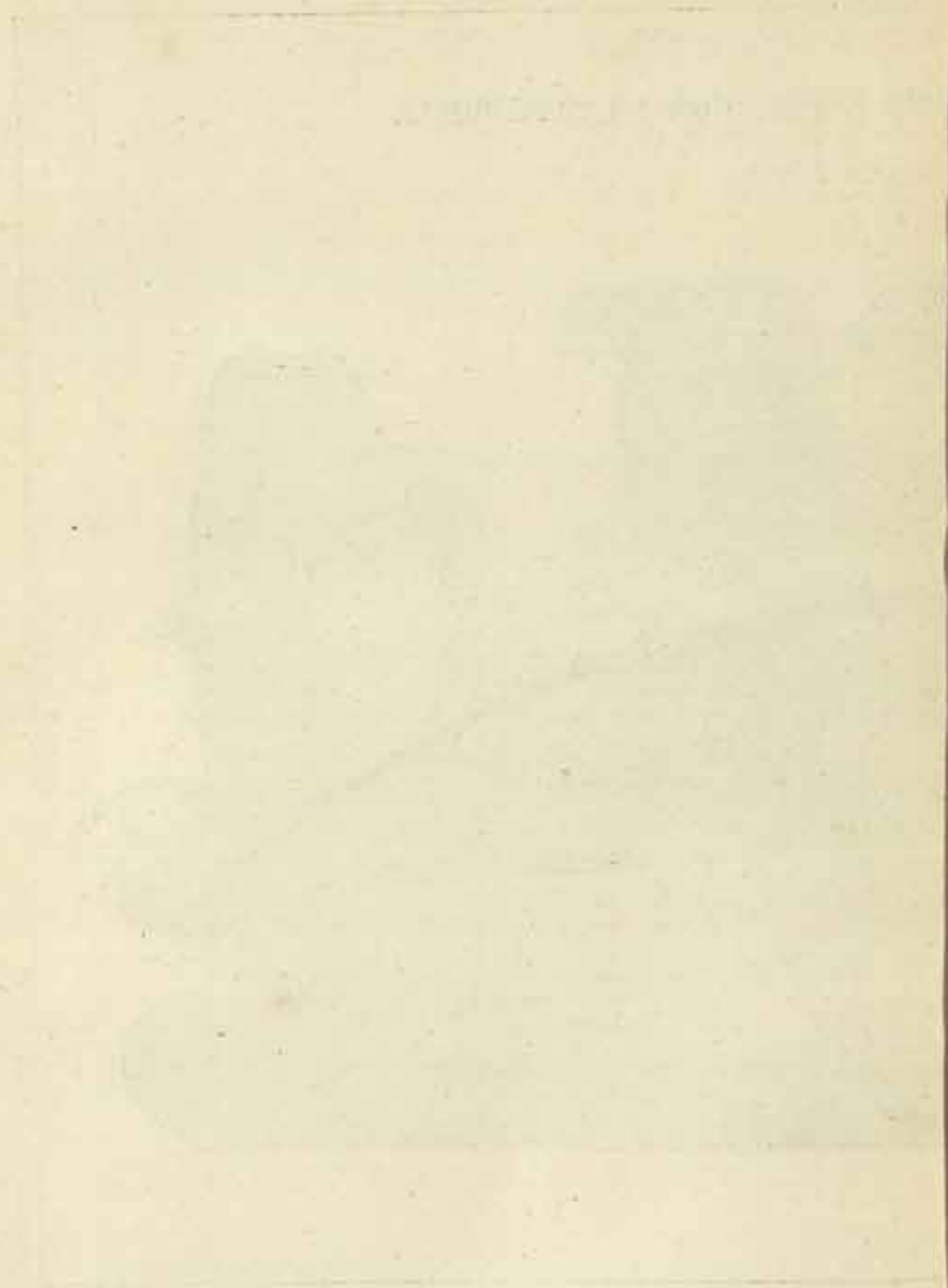


Coupe transversale.

Coupe ABCD.

Coupe EFGH.





Col-
1915/75

N.C

"A book that is shut is but a block"

CENTRAL ARCHAEOLOGICAL LIBRARY

GOVT. OF INDIA
Department of Archaeology
NEW DELHI

Please help us to keep the book
clean and moving.
